

jc903 U.S. PTO
10/045093
01/15/02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Susumu TAKEUCHI, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: January 14, 2002

Examiner:

For: LIGHT-TRANSMITTING APPARATUS AND WAVELENGTH-DIVISION-MULTIPLEXING
COMMUNICATION SYSTEM HAVING OPTICAL-SIGNAL-ABNORMALITY-
DETECTING FUNCTION

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-145853

Filed: May 16, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: January 14, 2002

By: _____

James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 5月16日

出願番号

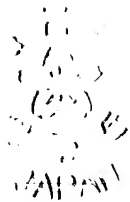
Application Number:

特願2001-145853

出願人

Applicant(s):

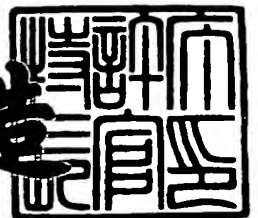
富士通株式会社



2001年 7月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3063758

【書類名】 特許願

【整理番号】 0001165

【提出日】 平成13年 5月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 05/00

【発明の名称】 光伝送装置及び波長多重通信システム

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 竹内 亨

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 永山 雅人

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075384

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 昂

【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001764

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特 2 0 0 1 - 1 4 5 8 5 3

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704374

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送装置及び波長多重通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長多重化された入力信号を各波長に分離して、当該波長に該当する伝送路に送信する光伝送装置であって、

前記入力信号に含まれる波長数を検出する波長数検出部と、

前記各波長毎に設けられ、波長信号に設定された識別子が正常であるか否かを検出する複数の識別子検出部と、

前記波長数検出部の検出結果及び前記識別子検出部の検出結果に基づいて、前記各波長毎にエラーを判定する判定部と、

を具備したことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 2】 波長多重化された入力信号を各波長成分に分離して、当該波長成分に該当する伝送路に送信する光伝送装置であって、

前記各波長成分について、当該波長成分信号の光パワーと他の波長成分信号の光パワーとを比較して、当該波長成分が光パワーに関して異常であるか否かを検出するパワー比較部と、

前記各波長成分毎に設けられ、前記波長成分信号に設定された識別子が正常であるか否かを検出する複数の識別子検出部と、

前記パワー比較部の比較結果及び前記識別子検出部の検出結果に基づいて、前記各波長成分毎にエラーを判定する判定部と、

を具備したことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 3】 波長多重化して伝送する光伝送装置であって、

複数の伝送路からの入力信号を該当波長の光信号に変換する複数の受信部と、

前記各受信部の出力信号光が光パワーに関して異常であるか否かを検出する光パワー検出部と、

前記複数の受信部の出力信号光を波長多重化する多重化部と、

前記波長多重化された波長多重信号の各波長成分の対信号雑音比を検出して、当該波長成分が雑音に関して異常があるか否かを検出する O S N R 検出部と、

前記光パワー検出部の検出結果及び O S N R 検出部の検出結果に基づいて、前

記各波長成分毎にエラーを判定する判定部と、

を具備したことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 4】 波長多重化して伝送する光伝送装置であって、

複数の伝送路からの入力信号を該当波長の光信号に変換する複数の受信部と、

前記各受信部の出力信号光が光パワーに関して異常であるか否かを検出する光
パワー検出部と、

前記複数の受信部の出力光信号を波長多重化する多重化部と、

前記波長多重化された各波長成分にノイズを付加するノイズ付加部と、

前記ノイズが付加された波長多重化信号から設定通過帯域の光信号のみを通過
させる可変波長光フィルタと、

前記各波長成分の波長帯域が通過帯域として設定された前記可変波長光フィル
タの出力信号光を受信して、該出力信号光の品質を検出する光受信部と、

前記光パワー検出部の検出結果及び光受信部の検出結果に基づいて、前記各波
長成分毎にエラーを判定する判定部と、

を具備したことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 5】 第 1 の端局、第 2 の端局、前記第 1 の端局の受信側に接続さ
れた複数の伝送路並びに前記第 1 及び第 2 の端局間を接続する光伝送路を有する
波長多重通信システムであって、

前記複数の伝送路から受信した入力信号及び該当識別子を含む該当波長の波長
信号を出力する前記第 1 の端局に設けられた複数の受信部と、

前記複数の受信部の出力信号光を波長多重して、波長多重信号光を前記光伝送
路に送信する前記第 1 の端局に設けられた多重化部と、

前記光伝送路より受信した前記波長多重信号光に含まれる波長数を検出する前
記第 2 の端局に設けられた波長数検出部と、

前記光伝送路より受信した前記波長多重信号光を各波長信号に分離して、各波
長信号を該当出力端子に出力する前記第 2 の端局に設けられた分離部と、

前記各波長毎に設けられ、前記各出力端子より出力された波長信号に含まれる
識別子が正常であるか否かを検出する前記第 2 の端局に設けられた複数の識別子
検出部と、

前記波長数検出部の検出結果及び前記識別子検出部の検出結果に基づいて、前記各波長毎にエラーを判定する前記第 2 の端局に設けられた判定部と、

を具備したことを特徴とする波長多重通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的に異なる波長の複数の信号光を用いた波長分割多重 (WDM (Wavelength Division Multiplex)) に関し、特に、WDMに適用される光伝送装置及び波長多重通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、全世界にわたってインターネットの飛躍的普及に伴い、通信システムの大容量化が重要になっている。初期のWDMでは、波長間隔 200 GHz 程度の間隔で 4 から 8 チャンネル程度を多重化していたが、最近では、100 GHz 程度の間隔で 16 から 40 チャンネルが一般的である。更に、50 GHz 程度の間隔で最大 100 チャンネルというWDMシステムが考えられている。WDMシステムでは、第 1 の端局のチャンネル毎の受信部 (TRIB (Tributary)) で伝送路から信号を受信して、該当波長の光信号に変換をして、合波器 (MUX) でWDMして光伝送路に送信する。WDM信号光は光伝送路及び中継装置を経由して、対局の第 2 の端局で受信される。

【0003】

第 2 の端局の分波器 (DMUX) でWDM信号光を波長成分毎に分離して、波長成分に該当するチャンネルの送信器 (TRIB) から該当の伝送路に送信している。第 1 の端局のチャンネルと当該チャンネルのデータを受信する第 2 の端局のチャンネルとは 1 対 1 に対応し、第 1 の端局の TRIB と第 2 の端局の TRIB が 1 対 1 に対応しているため、第 2 の端局のチャンネルに該当する TRIB のケーブルへの接続ミスを防止するべく、例えば、STM-64 のフレームのヘッダにチャンネルに該当する ID を挿入して受信信号と共に送信している。

【0004】

第2の端局のTRIBでは、受信したフレームのIDが正しいか否かをチェックして、IDエラー信号を出力している。従来の波長間隔では第2の端局の分波器で光信号を完全に分離することが可能であり、第1の端局のある波長成分の光信号が断した場合では、第2の端局で他の信号を誤検出することはなかった。また、波長数（チャンネル数）も少なかったため、各波長の信号を個々にモニタし、正常な信号が送受信されているかどうかを確認することは容易であった。更に、光のパワーのみの情報でアラームを生成することに不都合がなかった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の光伝送装置では以下の問題がある。

【0006】

(1) 図23及び図24は、光信号誤検出に関する従来の問題点を説明するための図である。図23は正常時の受信を示す図である。図24はチャンネル2の信号断時の受信を示す図である。図23(a)は、受信信号のスペクトラムである。図23(b)は、チャンネル2の受信信号のスペクトラムである。図23(c)はチャンネル2の受信信号の増幅後のスペクトラムである。図24(a)は、チャンネル2信号断時の受信信号のスペクトラムである。図24(b)は、チャンネル2の受信信号のスペクトラムである。図24(c)は、チャンネル2の受信信号の増幅後のスペクトラムである。図23(a), 24(a)中のスペクトルのチャンネルによりレベルが相違しているのは、中継器28等で全チャンネルの光信号が同一レベルで送信された場合、各チャンネルの波長依存性により信号の減衰量が異なるためである。

【0007】

図23(a)及び図24(a)に示すように、波長数が増え且つ波長間隔が狭くなるにつれて、分波器の特性限界により第2の端局の分波器で十分光信号を分離することができなくなると考えられる。このような状況では、受信側において隣接チャンネルの信号が完全にフィルタリングされずに残留する。例えば、図23(b)及び図24(b)に示すように、隣接チャンネルCh1, Ch3の信号がチャンネル2に残留する。よって、図23(c)に示すよう信号が正常であれば各チ

チャネルの主信号が増幅されるので問題が生じることはないが、図 2 4 (c) に示すように、主信号が断のときには、この残留信号を主信号として誤検出して受信側で一定のレベルまで増幅してしまう可能性がある。端局においてはチャネル毎に ID 番号が割り当てられており、フレームのヘッダに格納されて送信されてくる。この ID 番号を受信側の TRIB にて確認し、ID エラーを検出するため主信号を誤送信することはない。しかし、ID エラー検出はケーブル誤接続の確認のために検出するものであるが、主信号が断のときでも、図 2 4 (c) に示すように、TRIB には残留信号が主信号として増幅された信号が入力されたとき、ID エラーとして検出されるので、ケーブル誤接続なのか、光入力断なのかが判別できない。そのためメンテナンス上混乱を招く恐れがある。

【 0 0 0 8 】

(2) 波長数 (チャネル数) 増加するにつれて、各波長の信号を個々にモニタし、正常な信号が送受信されているかどうかを確認することが容易ではなくなりつつある。即ち、メンテナンス性に問題が生じてくる。従来、送信信号光のパワーのみの検出を行いアラームを発生していた。

【 0 0 0 9 】

図 2 5 及び図 2 6 は、送信信号のスペクトラムを示す図であり、横軸に波長 λ 、縦軸にノイズ及び主信号の光パワーを示している。図 2 5 (a) は、パワー正常及び OSNR (Optical Signal Noise Ratio) 正常である送信チャネル 1 (Ch 1) の第 1 の端局の TRIB の送信光信号のスペクトラム、図 2 5 (b) はパワー正常及び OSNR 正常である送信チャネル (Ch 2) の第 1 の端局の TRIB の送信光信号のスペクトラム、図 2 5 (c) は送信チャネル 1, 2 の送信光信号の合波後の送信光信号のスペクトラムを示している。図 2 6 (a) は、パワー正常及び OSNR 正常である送信チャネル 1 (Ch 1) の第 1 の端局の TRIB の送信光信号、図 2 6 (b) はパワー正常及び OSNR 異常である送信チャネル (Ch 2) の第 1 の端局の TRIB の送信光信号、図 2 6 (c) はチャネル 1, 2 の送信光信号の合波後の送信光信号を示している。ここで、OSNR 正常であるとは、ノイズのレベルに対するチャネルの主信号のレベルの比率が一定以上であることをいう。また、OSNR 異常であるとは、ノイズのレベルに対するチャネ

ルの主信号のレベルの比率が一定以下であることをいう。

【0010】

このような状況で、図26(b)に示す送信チャネル2(Ch2)のようにTRIBの接続ケーブルの劣化等に起因するノイズ(ASE)のレベルが高くOSNR異常の場合でも、光パワーのみの検出では、送信チャネルの光信号のノイズを含めた全パワーを検出するので、ノイズレベルと主信号レベルを合わせたレベルが一定以上のパワーとなり、正常であると捉えられ、MUX部で合波されて送信される。この結果、合波後のスペクトルは、図26(c)のように、チャネル2の主信号のパワーは小さくなる。しかしながら、第2の端局でOSNR異常の信号を受信することができたとしても、このノイズに波長間隔が短くなると隣接チャネルの信号が混入されたノイズが追加されることとなるため、主信号のレベルに対するノイズのレベルが高くマージンが非常に少なくなり、信号を誤検出してしまう恐れがある。このような場合にIDエラー等により第2の端局でアラームが出力されたとき、アラームの原因を特定することが困難となり、メンテナンス上問題となる。

【0011】

本発明の目的は、IDエラーの誤検出を防止して、メンテナンス性を向上する光伝送装置及び波長多重通信システムを提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の一側面によれば、波長多重化された入力信号を各波長に分離して、当該波長に該当する伝送路に送信する光伝送装置であって、前記入力信号に含まれる波長数を検出する波長数検出部と、前記各波長毎に設けられ、波長信号に設定された識別子が正常であるか否かを検出する複数の識別子検出部と、前記波長数検出部の検出結果及び前記識別子検出部の検出結果に基づいて、前記各波長毎にエラーを判定する判定部とを具備したことを特徴とする光伝送装置が提供される。

【0013】

本発明の他の側面によれば、波長多重化された入力信号を各波長成分に分離し

て、当該波長成分に該当する伝送路に送信する光伝送装置であって、前記各波長成分について、当該波長成分信号の光パワーと他の波長成分信号の光パワーとを比較して、当該波長成分が光パワーに関して異常であるか否かを検出するパワー比較部と、前記各波長成分毎に設けられ、前記波長成分信号に設定された識別子が正常であるか否かを検出する複数の識別子検出部と、前記パワー比較部の比較結果及び前記識別子検出部の検出結果に基づいて、前記各波長成分毎にエラーを判定する判定部とを具備したことを特徴とする光伝送装置が提供される。

【 0 0 1 4 】

更に、本発明の他の側面によれば、第 1 の端局、第 2 の端局、前記第 1 の端局の受信側に接続された伝送路並びに前記第 1 及び第 2 の端局間を接続する光伝送路を有する波長多重通信システムであって、前記複数の伝送路から受信した入力信号及び該当識別子を含む該当波長の波長信号を出力する前記第 1 の端局に設けられた複数の受信部と、前記複数の受信部の出力信号光を波長多重して、波長多重信号光を前記光伝送路に送信する前記第 1 の端局に設けられた多重化部と、前記光伝送路より受信した前記波長多重信号光に含まれる波長数を検出する前記第 2 の端局に設けられた波長数検出部と、前記光伝送路より受信した前記波長多重信号光を各波長信号に分離して、各波長信号を該当出力端子に出力する前記第 2 の端局に設けられた分離部と、前記各波長毎に設けられ、前記各出力端子より出力された波長信号に含まれる識別子が正常であるか否かを検出する前記第 2 の端局に設けられた複数の識別子検出部と、前記波長数検出部の検出結果及び前記識別子検出部の検出結果に基づいて、前記各波長毎にエラーを判定する前記第 2 の端局に設けられた判定部とを具備したことを特徴とする波長多重通信システムが提供される。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態の説明をする前に本発明の原理を説明する。図 1 に示すように、光伝送装置は、波長数検出部 2、DMUX 4、複数の識別子検出部 6 # i ($i = 1 \sim n$) 及び判定部 8 を具備する。波長数検出部 2 は、光伝送路より入力された WDM 信号光に含まれる波長数を検出する。WDM 信号光に含まれるべき波

長数（チャンネル数）は予め決められているので、チャンネル数と検出波長数を比較する。検出波長数がチャンネル数よりも少ないとき、いずれかのチャンネルの光入力断であることを示す信号を出力する。検出波長数がチャンネル数と等しいとき、全てのチャンネルの光入力正常であることを示す信号を出力する。

【 0 0 1 6 】

DMUX 4 は、WDM 信号光から各波長成分の光信号に分離する。識別子検出部 6 # i ($i = 1 \sim n$) は、光信号を入力して、当該光信号に設定されている識別子が正常であるか否かを検出して、その旨を示す信号を出力する。判定部 8 は、各波長成分について、波長数検出部 2 の検出結果と該当する識別子検出部 6 # i の検出結果から、各波長成分が正常であるか否かを判断する。例えば、波長数検出部 2 の検出結果が正常であることを示し且つ識別子検出部 6 # i の検出結果が異常であることを示すとき、識別子検出部 6 # i に該当する波長成分の識別子が異常であると判断する。また、波長数検出部 2 の検出結果が異常であることを示すとき、いずれかの波長成分の光入力断であると判断する。このように、波長成分の光入力断と波長成分の識別子が異常であることが区別されるので、メンテナンス上問題となることがない。

【 0 0 1 7 】

第 1 実施形態

図 2 は本発明の第 1 実施形態による波長多重通信システムの構成図である。図 2 に示すように、波長多重通信システムは、第 1 の端局 2 2、第 2 の端局 2 4、光伝送路 2 6 及び中継器 2 8 を有する。第 1 の端局 2 2 は、次の機能を有する。(1) 各伝送路より信号を受信して、フレームのヘッダに当該伝送路に該当するチャンネルに対応する ID 等を設定して、チャンネルに該当する波長の光信号を出力する。(2) 各チャンネルの光信号を多重化して、WDM 信号光を光伝送路 2 6 に送信する。第 2 の端局 2 4 は、次の機能を有する。(1) 光伝送路 2 6 より WDM 信号光を受信する。(2) WDM 信号光に含まれている波長数を検出して、波長数が正常であるか否かを検出する。(3) WDM 信号光を各チャンネルの波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) 毎に分離する。(4) 分離された各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の信号を一定レベルまで増幅する。(5) 増幅された各チャンネルの光信号を電気信号に変換して、

フレーム同期を取る。(6)フレームヘッダのID及びFECをチェックして、ID及びFECが正常であるか否かを判断する。(7)ID及びFECが正常であれば、フレームのペイロードを抽出して、該当の光伝送路に送信する。(8)各チャネル毎にID検出結果と波長数検出結果から、正常／光入力断／IDエラーのいずれであるかを判断してアラーム情報を出力する。光伝送路26は、光信号を伝送する光ファイバケーブルである。中継器28は、伝送により減衰した光信号を増幅して補償する。

【0018】

図3は、図2中の第1の端局22の構成図である。図3に示すように、第1の端局22は、複数のTRIB30# i ($i=1\sim n$)及びMUX32を有する。TRIB30# i ($i=1\sim n$)は、次の機能を有する。(1)図示しない光伝送路から信号を受信して、光／電気に変換する。(2)受信した信号をフレームのペイロードに収容する。(3)フレームのヘッダに光伝送路に該当するチャネルのID及びFEC等を挿入する。(4)電気信号のフレームをチャネルの波長 λ_i の光信号に変換する。MUX32は、各TRIB30# i ($i=1\sim n$)から出力される波長 λ_i ($i=1\sim n$)の光信号を合波して、WDM信号光を光伝送路26に送信する。

【0019】

図4は、図2中の第2の端局24の構成図である。図4に示すように、第2の端局24は、カプラ40、波長数検出部42、DEMUX44、アンプ46# i ($i=1\sim n$)及びTRIB48# i ($i=1\sim n$)を有する。カプラ40は、光信号を一定の割合、例えば、10:1で分岐して、一方の光信号をDEMUX44に出力し、他方の光信号を波長数検出部42に出力する。波長数検出部42は、次の機能を有する。(1)各チャネルの波長 λ_i ($i=1\sim n$)の光信号のレベルが閾値を超えるか否かを検出する。光信号のレベルと閾値を比較するのは、波長 λ_i ($i=1\sim n$)の間隔が短くなると隣接チャネルの信号が自チャネルの信号成分に含まれることになるので、光レベルの有無のみの判断では、不十分であるからである。従って、閾値は、隣接チャネルからのノイズのレベルを超えるものとする。(2)全チャネルについて、光信号のレベルが閾値を超えている場合

は、波長数が正常であることを示す信号、例えば、' 0 ' を出力する。(3) 1 個以上のチャネルについて、光信号のレベルが閾値を超えていない場合は、波長数が異常であることを示す信号、例えば、' 1 ' を出力する。

【0020】

DEMUX 44 は、WDM 信号光を各チャネルの波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の光信号に分離し、該当するアンプ 46 # i ($i = 1 \sim n$) に出力する。アンプ 46 # i は、信号光の伝送中の減衰を補償するべく光信号を増幅する。TRIB 48 # i は、次の機能を有する。(1) 光／電気変換を行う。(2) フレームヘッダの FEC 等のチェックを行う。(3) フレームヘッダの ID と TRIB 48 # i に該当するチャネルの ID を比較する。(i) 一致するとき、ID が正常であることを示す信号、例えば、' 0 ' を出力する。(ii) 一致しないとき、ID エラーであることを示す信号、例えば、' 1 ' を出力する。(4) フレームのパイロードを取り出して、光信号に変換する。(5) 光信号を伝送路に送信する。

【0021】

図 5 は、図 4 中の波長数検出部 42 の一例を示す図である。図 5 に示すように、波長数検出部 42 は、分波器 60、パワー検出部 62 # i ($i = 1 \sim n$)、波長検出部 64 # i ($i = 1 \sim n$) 及び判定部 66 を有する。分波器 60 は、WDM 信号光を各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の光信号に分離する。パワー検出部 62 # i ($i = 1 \sim n$) は、波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の光信号を電気信号に変換して、パワーを検出する。波長検出部 64 # i は、波長 λ_i の信号のパワーと閾値を比較して、次の検出結果を出力する。(i) パワーが閾値を超えると、正常であることを示す信号を出力する。(ii) パワーが閾値を超えないとき、異常であることを示す信号を出力する。判定部 66 は、波長検出部 64 # i ($i = 1 \sim n$) の検出結果より、次の波長数検出結果を出力する。(i) 全ての波長検出部 64 # i ($i = 1 \sim n$) の出力が正常であることを示すとき、波長数が正常であることを示す信号、例えば、' 0 ' を出力する。(ii) 1 つ以上の波長検出部 64 # i の出力が異常であることを示すとき、波長数が異常であることを示す信号、例えば、' 1 ' を出力する。分波器 60 の代わりに、波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) を可変波長光フィルタのピーク通過帯域として、順次ピーク通過帯域を切り替え、可変波長光

フィルタの出力信号光をモニタすることにより、波長数を検出しても良い。

【 0 0 2 2 】

図 6 は、ID エラー判別部 5 0 が ID エラーを判別するときの ID エラー判別を示す図である。ID エラー判別部 5 0 は、各 TRIB 4 8 # i より出力される ID 検出結果と波長数検出部 4 2 より出力される波長数検出結果より、次のように判断して、アラームを出力する。(i) 波長数が異常であることを示すとき、光入力断であることを示すアラームを出力する。(ii) 波長数が正常であることを示し且つ TRIB 4 8 # i の出力が ID エラーを示すとき、ID エラーであることを示すアラームを出力する。(iii) 波長数が正常であることを示し且つ TRIB 4 8 # i の出力が正常であることを示すとき、ID が正常であることを示すアラームを出力する。

【 0 0 2 3 】

以下、図 2 の波長波長多重通信システムの動作説明をする。

【 0 0 2 4 】

(1) データの送信

第 1 の端局 2 2 中の各 TRIB 3 0 # i ($i = 1 \sim n$) は、図示しない光伝送路から光信号を受信して、光信号を電気信号に変換する。電気信号に変換した受信データをフレーム中のペイロードに挿入する。フレームのオーバーヘッドには、同期用の FAW、誤り訂正用の FEC 及び自チャンネルに固有の ID を挿入する。フレームをチャンネル固有の波長 λ_i の光信号に変換して、MUX 3 2 に出力する。MUX 3 2 は、TRIB 3 0 # i ($i = 1 \sim n$) から出力された各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の光信号を WDM して、WDM 信号光を光伝送路 2 6 に送信する。

【 0 0 2 5 】

(2) データの受信

光伝送路 2 6 に送信された WDM 信号光は、中継器 2 8 を経由して、第 2 の端局 2 4 で受信される。第 2 の端局 2 4 中のカプラ 4 0 は、光伝送路 2 6 から受信した WDM 信号光を 2 分岐して、一方を DEMUX 4 4 に出力し、他方を波長数検出部 4 2 に出力する。DEMUX 4 4 は、WDM 信号光を各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の光信号に分離して、該当出力端子を通して、分離した各光信号を波長 λ

i ($i = 1 \sim n$) に該当するチャンネルのアンプ 4 6 # i ($i = 1 \sim n$) に出力する。TRIB 4 8 # i は、アンプ 4 6 # i より光信号を入力して、電気信号に変換する。電気信号に変換されたフレームのオーバーヘッド中の FAW と同期を取る。オーバーヘッドの FEC の誤り訂正処理を行う。オーバーヘッドの ID が自チャンネルの ID に一致するか否かをチェックする。オーバーヘッドの ID が自チャンネルの ID に一致するとき、ID 正常であることを示す信号を ID エラー判別部 5 0 に出力する。オーバーヘッドの ID が自チャンネルの ID に一致しないとき、ID エラーであることを示す信号を ID エラー判別部 5 0 に出力する。

【 0 0 2 6 】

波長数検出部 4 2 は、カプラ 4 0 から入力される WDM 信号の各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の光信号に分離する。各波長 λ_i の光信号のパワー P_i を検出する。そのパワー P_i と閾値とを比較して、次のような検出結果信号を出力する。(i) 全てのパワー P_i ($i = 1 \sim n$) が閾値よりも大きいとき、波長数が正常であることを示す信号を出力する。(ii) パワー P_i が閾値よりも小さい波長 λ_i があつたとき、波長数誤りであることを示す信号を出力する。ID エラー判別部 5 0 は、各 TRIB 4 8 # i に該当するチャンネルについて、TRIB 4 8 # i より出力される ID 検出結果と波長数検出部 4 2 より出力される波長数検出結果より、次のように判断する。(i) 波長数検出結果が波長数誤りであることを示すとき、光入力断であることを示すアラームを出力する。(ii) 波長数検出結果が波長数正常であることを示し且つ TRIB 4 8 # i の出力が ID エラーを示すとき、ID エラーであることを示すアラームを出力する。(iii) 波長数検出結果が波長数正常であることを示し且つ TRIB 4 8 # i の出力が正常であることを示すとき、ID が正常であることを示すアラームを出力する。アラームは端局 2 4 に接続されるコンソールや端局 2 4 を制御する監視装置に送られて、アラームを元に保守がされる。このとき、光入力断と ID エラーとが区別されているので、例えば、第 2 の端局 2 4 のあるチャンネルについて、ID エラーのアラームが通知されたとき、ID エラーの原因がケーブル接続ミスであり、光入力断ではないことが保守者に認識できるので、メンテナンス上混乱を招くことがない。以上説明した実施形態によれば、光波長多重通信システムにおいて、大容量化により波長数が増大し

た際に、端局の受信側の分波器の特性が従来レベルのものであっても、入力信号断時に誤検出の可能性がある他信号の判別が可能になり、メンテナンス性を向上させることができる。

【 0 0 2 7 】

第 2 実施形態

図 7 は本発明の第 2 実施形態による波長多重通信システムの構成図であり、図 2 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。図 7 に示すように、波長多重通信システムは、第 1 の端局 2 2、第 2 の端局 8 0、光伝送路 2 6 及び中継器 2 8 を有する。第 2 の端局 8 0 は、次の機能を有する。(1) 光伝送路 2 6 より WDM 信号光を受信する。(2) WDM 信号光を各チャネルの波長 λ_i ($i = 1 \sim n$, $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_n$) 毎に分離する。(3) 各 λ_i ($i = 1 \sim n$) のチャネルの光信号について、当該チャネルの光信号のパワーと隣接チャネルの波長 $\lambda_{(i-1)}$ 又は $\lambda_{(i+1)}$ の光信号のパワーを比較して、当該チャネルの光信号が正常であるか／異常であるかを示す信号を出力する。各チャネルの光信号は伝送によって減衰するが、図 2 3 (a) 及び図 2 4 (a) に示したように、その減衰特性は波長依存性があること、波長間隔が短くなると、図 2 3 (b) 及び図 2 4 (b) に示すように、隣接チャネルの信号光がノイズとして含まれる恐れがあることから、各チャネルの光信号のパワーと波長特性の類似した隣接チャネルの光信号のパワーとを比較して、光信号の異常／正常を検出するようにしている。(4) 波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の光信号を増幅する。(5) 増幅された各チャネルの光信号を電気信号に変換して、フレーム同期を取る。(6) フレームヘッダの ID をチェックして、ID 及び FEC が正常であるか否かを判断する。(7) ID 及び FEC が正常であれば、フレームのペイロードを抽出して、該当の光伝送路に送信する。(8) 各チャネル毎に、その ID 検出結果とその波長 λ_i についての光入力正常／光入力断の検出結果から、正常／光入力断／ID エラーのいずれであるかを判断してアラームを出力する。

【 0 0 2 8 】

図 8 は、図 7 中の第 2 の端局 8 0 の構成図であり、図 4 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第 2 の端局 8 0 は、DEMUX

44、アンプ46# i ($i=1\sim n$)、TRIB48# i ($i=1\sim n$)、カプラ88# i ($i=1\sim n$) 及びパワー比較部90# $2k-1, 2k$ ($k=1, 2, \dots$) を有する。カプラ88# i ($i=1\sim n$) は、光信号を分岐して、一方をアンプ46# i に出力し、他方をパワー比較部90# $i, i+1$ 又は90# $i-1, i$ に出力する。パワー比較部90# $2k-1, 2k$ ($k=1, 2, \dots$) は、各波長 λ_i ($i=2k-1$ 又は $2k$) のチャンネルについて、当該チャンネルの光信号のパワーと波長 λ_{i-1} 又は λ_i のチャンネルの光信号のパワーを比較して、光入力が正常／断のいずれであることを示す信号を出力する。パワー比較部は、各波長 λ_i ($i=1\sim n$) のチャンネルについて、3個以上の隣接チャンネルの光パワーを比較しても良いし、各波長 λ_i ($i=1\sim n$) 毎に別々に設けて、全体でチャンネル数 n 個設けても良いが、その個数を少なくして回路構成を簡単にするために、ここでは、2チャンネルで1個設け、全体で $n/2$ (n : 偶数) 又は $(n+1)/2$ (n : 奇数) 個設ける。以下では、説明の都合上、 n が偶数であるとする。尚、チャンネル数が奇数の場合は、例えば、最小波長 λ_n の光信号については、波長 λ_n の光信号のパワーと波長 λ_{n-1} の光信号のパワーを比較する。光信号が正常又は異常のいずれであるかの判断は、例えば、次のような行う。(i) パワーの差分又はパワーの比率が閾値よりも大であるとき、パワーの大きな方の光信号が正常であり、パワーの小さな方の光信号が異常であるとする。(ii) パワーの差分又はパワーの比率が閾値よりも小さいとき、両方の光信号が正常であるとする。このように、光特性の類似すること及び隣接チャンネルを完全に分離することができずに隣接チャンネルの信号成分の一部が含まれることから、隣接チャンネルの光信号とパワーを比較することにより、より正確に光入力断又は光入力正常のいずれであることを判断することができる。

【0029】

図9は、図8中のパワー比較部90# $i, i+1$ の構成例を示す図である。図9に示すように、パワー比較部90# $i, i+1$ は、パワー検出部100# i 、100# $i+1$ 、差分算出部102# i 及び判断部104# i を有する。パワー検出部100# i 、100# $i+1$ は、カプラ88# i 、88# $i+1$ から出力される波長 λ_i 、 λ_{i+1} のチャンネルの光信号の光パワーを検出する。差分算出部102# i は、パワ

一検出部 1 0 0 # i, 1 0 0 # i+1 から出力される波長 λ_i , λ_{i+1} のチャネルの光信号のパワーの差分を取る。判断部 1 0 4 # i は、パワーの差分と閾値とを比較して、波長 λ_i , λ_{i+1} のチャネルについて、次のような比較結果を出力する。

(i) パワーの差分が閾値を超えると、パワーの大きな方のチャネルの光信号が正常であることを示す信号、例えば、' 0 '、パワーの小さな方のチャネルの光信号が異常であることを示す信号、例えば、' 1 ' を I D エラー判断部 9 2 に出力する。

(ii) パワーの差分が閾値よりも小さいとき、両方の光信号が正常であることを示す信号、例えば、' 0 ' を I D エラー判断部 9 2 に出力する。

【 0 0 3 0 】

図 1 0 は、I D エラー判別部 9 2 が I D エラーを判別するときの I D エラー判別を示す図である。I D エラー判別部 9 2 は、各 T R I B 4 8 # i より出力される波長 λ_i のチャネルについての I D 検出結果と、パワー比較部 9 0 # i, i+1 又は 9 0 # i-1, i より出力される波長 λ_i のチャネルについての比較結果を入力して、次のようにアラームを出力する。

(i) 波長 λ_i のチャネルの光信号が異常、例えば、' 1 ' であることを示すとき、光入力断であることを示すアラームを出力する。

(ii) 波長 λ_i のチャネルの光信号が正常、例えば、' 0 ' であることを示し且つ T R I B 4 8 # i の出力が I D エラーを示すとき、I D エラーであることを示すアラームを出力する。

(iii) 波長 λ_i のチャネルの光信号が正常、例えば、' 0 ' であることを示し且つ T R I B 4 8 # i の出力が正常であることを示すとき、I D が正常であることを示すアラームを出力する。

【 0 0 3 1 】

以下、図 7 の波長多重通信システムの動作説明をする。

【 0 0 3 2 】

第 1 実施形態と同様にして、第 1 の端局 2 2 中の各 T R I B 3 0 # i ($i = 1 \sim n$) は、I D 等をオーバヘッドに含むフレームをチャネル固有の波長 λ_i の光信号に変換し、M U X 3 2 は、T R I B 3 0 # i ($i = 1 \sim n$) から各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の光信号を W D M して、W D M 信号光を光伝送路 2 6 に送信する。光伝送路 2 6 に送信された W D M 信号光は、中継器 2 8 を経由して、第 2 の端局 8 0 で受信される。第 2 の端局 8 0 中の D E M U X 4 4 は、W D M 信号光を各

波長 λ_i ($i = 1 \sim n$, $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_n$) の光信号に分離して、分離した各光信号を波長 λ_i に該当するチャンネルのカプラ88# i ($i = 1 \sim n$) に出力する。カプラ88# i は、入力された光信号を2分岐して、一方をアンプ46# i に出力し、他方をパワー比較部90# $i, i+1$ 又は90# $i-1, i$ に出力する。

【0033】

パワー比較部90# $2k-1, 2k$ ($k = 1 \sim m$) は、波長 λ_{2k-1} , λ_{2k} のチャンネルの光信号のパワー P_{2k-1} , P_{2k} を検出する。パワーの差分 $S_{2k-1} = (P_{2k-1} - P_{2k})$ と閾値 T_h を比較する。(i) $-T_h < S_{2k-1} < T_h$ のとき、波長 λ_{2k-1} 及び波長 λ_{2k} のチャンネルの光信号が正常であることを示す信号、例えば、'00'を出力する。(ii) $S_{2k-1} > T_h$ のとき、波長 λ_{2k-1} のチャンネルの光信号が正常、波長 λ_{2k} のチャンネルの光信号が異常であることを示す信号、例えば、'01'を出力する。(iii) $S_{2k-1} < -T_h$ のとき、波長 λ_{2k-1} のチャンネルの光信号が異常、波長 λ_{2k} のチャンネルの光信号が正常であることを示す信号、例えば、'10'を出力する。

【0034】

TRIB48# i は、第1実施形態と同様にして、フレームのオーバヘッド中のIDが自チャンネルのIDに一致するか否かをチェックする。(i) オーバヘッド中のIDが自チャンネルのIDに一致するとき、ID正常であることを示す信号をIDエラー判別部92に出力する。(ii) オーバヘッド中のIDが自チャンネルのIDに一致しないとき、IDエラーであることを示す信号をIDエラー判別部92に出力する。IDエラー判別部92は、各TRIB48# i に該当するチャンネルについて、TRIB48# i より出力されるID検出結果とパワー比較部90# $i, i+1$ 又は90# $i-1, i$ より出力される波長 λ_i のチャンネルの光信号の比較結果より、次のように判断して、アラームを出力する。(i) 波長 λ_i の光信号が異常であるとき、光入力断であることを示すアラームを出力する。(ii) 波長 λ_i の光信号が正常であり且つTRIB48# i の出力がIDエラーを示すとき、IDエラーであることを示すアラームを出力する。(iii) 波長 λ_i の光信号が正常であり且つTRIB48# i の出力が正常であることを示すとき、IDが正常であることを示すアラームを出力する。アラームは端局24に接続されるコンソールや端

局 2 4 を制御する監視装置に送られて、アラームを元に保守がされる。このとき、光入力断と I D エラーとが区別されているので、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 3 5 】

第 3 実施形態

図 1 1 は本発明の第 3 実施形態による波長多重通信システムの構成図であり、図 2 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第 1 の端局 1 1 0 は、各 T R I B から出力された各チャネルの送信信号の光出力が断しているときのアラーム出力に加えて、各チャネルの O S N R による信号劣化しているときのアラーム出力をするようにしたことが図 2 中の第 1 の端局 2 2 と異なる。O S N R による信号劣化の判断を行うようにしたのは、次の理由による。光ケーブルの劣化等に起因するノイズがチャネルに含まれて O S N R 異常の場合でも、チャネルの送信信号のパワーのみでは、チャネルのレベルが正常にみえて異常が検出されず、O S N R 異常の信号が第 2 の端局 2 4 では、WDM 信号光を分離したとき、チャネル間の波長の間隔が短くなると、隣接チャネルのノイズが含まれることになって、信号が更に劣化する。このため、第 2 の端局 2 4 で信号を受信することができたとしてもマージンが非常に少なくメンテナンス上問題があるシステムとなってしまう。そこで、第 1 の端局 1 1 0 では、O S N R 異常を検出して、信号劣化のアラームを出力することにより、異常の原因を取り除くようにした。

【 0 0 3 6 】

波長多重通信システムは、図 1 1 に示すように、第 1 の端局 1 1 0、第 2 の端局 8 0、光伝送路 2 6 及び中継器 2 8 を有する。第 1 の端局 1 1 0 は、図 2 中の第 1 の端局 2 4 の機能に加えて次の機能を有する。(1)各チャネルの光信号の光パワーを検出して、光パワーが正常又は異常のいずれであるかを検出する。(2) WDM 信号光に含まれる各チャネルの信号光の O S N R が正常又は異常のいずれであるかを判断する。(3)各チャネルの光信号について、以下のように判定する。(i)光パワーが異常であるとき、光出力断であると判定する。(ii)光パワーが正常且つ O S N R 正常であるとき、光出力が正常であると判断する。(iii)光パ

ワーが正常且つOSNR異常であるとき、信号劣化していると判断する。

【0037】

図12は、図11中の第1の端局110の構成図であり、図3中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。カプラ120# i ($i=1\sim n$)は、TRIB30# i から出力される波長 λ_i の光信号を2分岐して、一方をMUX32に出力し、他方を光パワー検出部122に出力する。光パワー検出部122は、次の機能を有する。(1)各カプラ120# i ($i=1\sim n$)から出力される波長 λ_i のチャネルの光パワーを検出する。(2)波長 λ_i のチャネルの光パワーと閾値とを比較して、以下のように判断する。(i)光パワー>閾値のとき、波長 λ_i のチャネルの光パワーが正常であることを示す信号、例えば、'0'を出力する。(ii)光パワー \leq 閾値のとき、波長 λ_i の光信号の光パワーが異常であることを示す信号、例えば、'1'を出力する。

【0038】

カプラ124は、MUX32の出力のWDM信号光を2分岐して、一方を光伝送路26に出力し、他方を可変波長光フィルタ126に出力する。可変波長光フィルタ126は、通過帯域を可変に設定可能な光フィルタであり、カプラ124から出力されたWDM信号光から設定通過帯域のみを通過して、OSNR検出部128に出力する。通過波長帯域の設定は、例えば、OSNR検出部128が行う。尚、ここでは、可変波長光フィルタ126を全チャネルについて共通に1個設け、チャネルを切り替えることにより各チャネルについて実現しているが、各チャネルについてそれぞれ可変波長光フィルタを設けても良い。OSNR検出部128は、各波長 λ_i ($i=1\sim n$)の主信号について、OSNRを測定して、OSNR正常又は異常のいずれであるかを判断して、その旨を示す信号を出力する。OSNR正常又は異常の判断手法として、次の方法が考えられる。

【0039】

(1) OSNR正常／異常の判別方法(1)

図13は、OSNR検出方法(1)を示す図である。この検出方法は、OSNR異常の場合はOSNR正常の場合に比べて、各チャネルについて、ノイズレベルが高くなることに着目した方法であり、次の手順で行われる。(1)各波長 λ_i

($i = 1 \sim n$) のチャンネルのノイズレベルを測定する。(2)ノイズレベルと閾値とを比較して、 λ_i のチャンネルがOSNR正常又は異常のいずれであるかを判断する。具体的には、以下の通りである。

【0040】

(1)各波長 λ_i について、波長 λ_i のチャンネルのノイズの波長を可変波長光フィルタ126の通過帯域として設定する。通過帯域は、次のものが考えられる。
 (i)波長 λ_i と隣接波長 λ_{i+1} の中間波長 $(\lambda_{i+1} + \lambda_i) / 2$ をピーク通過帯域とする。
 (ii)隣接波長 λ_{i-1} と波長 λ_i の中間波長 $(\lambda_{i-1} + \lambda_i) / 2$ をピーク通過帯域とする。
 (iii)(i)と(ii)の両方の中間波長をピーク通過帯域とする。
 例えば、波長 λ_2 については、図13中の破線部に示すように、波長 λ_1 と波長 λ_2 の中間波長をピーク通過帯域T1、又は波長 λ_2 と波長 λ_3 の中間波長をピーク通過帯域T2、又はT1とT2の両方を通過帯域とする。尚、最大波長 λ_1 については、 λ_1 と λ_2 の中間波長をピーク通過帯域とする、又は波長 $(\lambda_1 - (\lambda_2 - \lambda_1) / 2)$ をピーク通過帯域とする、又は両方の波長をピーク通過帯域とする。最小波長 λ_n についても、同様である。

【0041】

(2)可変波長光フィルタ126から出力される波長 λ_i のノイズレベルを検出する。尚、波長 λ_i のチャンネルについて、通過帯域が2回ある場合には、可変波長光フィルタ126に通過帯域を2回設定し、ノイズレベルをそれぞれ測定して、その和のレベル又は平均レベルをノイズレベルとする。

【0042】

(3)検出したノイズレベルと、波長 λ_i についての閾値とを比較して、次のように判断する。(i)ノイズレベル<閾値のとき、波長 λ_i のチャンネルがOSNR正常であると判断する。(ii)ノイズレベル \geq 閾値のとき、波長 λ_i のチャンネルがOSNR異常であると判断する。

【0043】

(4)波長 λ_i のチャンネルについて、OSNRが正常であるとき、正常であることを示す信号、例えば、'0'を出力する。OSNRが異常であるとき、異常であることを示す信号、例えば、'1'を出力する。

【0044】

(5)全ての波長 λ_i ($i=1\sim n$)のチャンネルについて、(1)～(4)の処理を行う。

【0045】

(2) O S N R 検出方法 (2)

図14 (a)～図14 (d)は、O S N R 検出方法 (2)を示す図であり、横軸に波長 λ 、縦軸にノイズ及び主信号の光パワーを示している。図14 (a)は、可変波長光フィルタ通過前のスペクトラムを示す図である。図14 (b)は、インサースビス前のチャンネル2の信号断時の可変波長光フィルタ通過後のスペクトラムである。図14 (c)は、チャンネル2がO S N R 正常である時の可変波長光フィルタ通過後のスペクトラムである。図14 (d)は、チャンネル2がO S N R 異常である時の可変波長光フィルタ通過後のスペクトラムである。この検出方法は、各波長 λ_i のチャンネルについて、インサースビス前（顧客引渡し前）の波長 λ_i の信号が断、隣接チャンネルの信号が入力された状態での波長 λ_i のチャンネルのノイズレベルはO S N R 正常のときのノイズレベルであり、インサースビス中にO S N R 異常となると、チャンネルの光信号のレベルが変化するので、インサースビス前のチャンネルのノイズレベルとインサースビス中の光信号のレベルを比較して、O S N R 正常又はO S N R 異常のいずれであるかを判断するものである。具体的には、以下の通りである。

【0046】

(1)インサースビス前に、波長 λ_i のチャンネルの光出力を断、隣接波長 λ_{i+1} , λ_{i-1} のチャンネルの光出力をする。例えば、T R I B 3 0 # i からは常に光出力を行い、その出力側に光スイッチを設けて、この光スイッチを制御することにより実現することができる。

【0047】

(2)インサースビス前に、波長 λ_i のチャンネルを通過帯域、例えば、波長 λ_i をピーク通過帯域となるように可変波長光フィルタ126の通過帯域を設定する。例えば、 λ_2 については、図14 (b)中の破線で示す通過帯域T3とする。

【0048】

(3)(2)で通過帯域が設定された可変波長光フィルタ126から出力される光信号の光パワーをOSNR正常のときのノイズレベルとして測定する。このとき、インサースビス前であること及び波長 λ_2 のチャンネルの光出力断であることから、図14(b)に示す可変波長光フィルタ126の出力光は隣接チャンネルからのノイズレベルであると推定される。

【0049】

(4)全チャンネルの波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) について、(1)～(3)の処理を行う。

【0050】

(5)インサースビス中に、波長 λ_i のチャンネルについて、(2)と同じ通過帯域を可変波長光フィルタ126に設定する。

【0051】

(6)(5)で通過設定された可変波長光フィルタ126から出力される光信号の光レベルを測定する。このとき、OSNR異常の場合は次のように考えられる。(i)MUX32でカプラ20# i ($i = 1 \sim n$) から入力される波長 λ_i の信号光の光パワーが一定になるように制御する場合は、OSNR異常によりノイズレベルが高くなると、OSNR異常のときの主信号レベルは、OSNR正常のときの主信号レベルに比べて、小さくなる。例えば、全チャンネルがOSNR正常であるときの、可変波長光フィルタ126の通過前のWDM信号光のスペクトラムは、図14(a)に示す通りである。このWDM信号光が波長 λ_2 のチャンネルについて可変波長光フィルタ126を通過後した後のスペクトラムは図14(c)に示すようになる。一方、波長 λ_2 のチャンネルがOSNR異常であるとき、波長 λ_2 のチャンネルについて可変波長光フィルタ126の通過後のスペクトラムは図14(d)に示すようになり、波長 λ_2 のチャンネル2がOSNR正常である図14(c)に示す主信号レベルに比べて、図14(d)に示すOSNR異常のときの主信号レベルがそれだけ低くなる。即ち、チャンネルについて可変波長光フィルタ126を通過した後の光パワーは、OSNR正常であるときに比べてOSNR異常であるときの方が小さくなる。(ii)一方、MUX32でカプラ20# i ($i = 1 \sim n$) の出力信号光を合波するのみでチャンネルの信号のレベル制御をしないとき、OSNR異常の場合はノイズが大きくなって、光レベルがOSNR正常の場合

に比べて大きくなる。

【 0 0 5 2 】

(7)各波長 λ_i のチャンネルについてインサースビス前に取得したノイズレベルに対する(6)で得られた光レベルの比率から、各波長 λ_i のチャンネルがOSNR正常又はOSNR異常のいずれであるかを判断する。判断はサービス形態における光信号のノイズと主信号の特徴に応じて決められる。例えば、(6)の(i)の場合、波長 λ_i について、比率が閾値よりも小さいとき、OSNR異常であると判断する。また、波長 λ_i について、比率が閾値よりも大きいとき、OSNR正常であると判断する。

【 0 0 5 3 】

(8)波長 λ_i について、OSNRが正常であるとき、正常であることを示す信号、例えば、' 0 ' を出力し、OSNRが異常であるとき、異常であることを示す信号、例えば、' 1 ' を出力する。

【 0 0 5 4 】

(9)全ての波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) について、(5)～(8)の処理を行う。

【 0 0 5 5 】

(3) OSNRの検出方法 (3)

図15は、OSNRの検出方法(3)を示す図である。この検出方法は、各波長 λ_i のチャンネルについて、OSNR異常であるとき、波長 λ のチャンネルのノイズにレベルに対する主信号のピークレベルの比率が小さくなることに着目したものであり、以下の手順で行われる。(i)波長 λ_i のチャンネルのノイズレベルを測定する。(ii)主信号のレベルを測定する。(iii)ノイズレベルに対する主信号のレベルを算出して、波長 λ_i のチャンネルがOSNR正常又は異常のいずれであるかを判断する方法である。具体的には、以下の通りである。

【 0 0 5 6 】

(1)各波長 λ_i のチャンネルについて、可変波長光フィルタ126に波長 λ_i をピーク通過帯域に設定する。

【 0 0 5 7 】

(2)(1)で設定した可変波長光フィルタ126の出力レベルを測定する。

【 0 0 5 8 】

(3)可変波長光フィルタ 1 2 6 に波長 λ_i に近接する波長、例えば、波長 λ_i と隣接波長 λ_{i-1} の中間波長及び波長 λ_i と隣接波長 λ_{i+1} の中間波長をピーク通過帯域に設定する。

【 0 0 5 9 】

(4)(3)で設定した可変波長光フィルタ 1 2 6 の出力信号レベルを測定して、その平均値をノイズレベルとする。例えば、図 1 5 に示すように、波長 λ_2 のチャネルについては、波長 λ_1 と波長 λ_2 の中間波長のレベル Noise 1、及び波長 λ_2 と波長 λ_3 の中間波長のレベル Noise 2 をノイズレベルとする。但し、 λ_1 や λ_n のような端のチャネルについては、Noise 1 や Noise $n-1$ のような片方のみの測定で決定する。

【 0 0 6 0 】

(5)波長 λ_i のチャネルについて、(4)で測定したノイズレベルに対する(2)で測定した波長 λ_i のピークレベルの比率を算出する。OSNR 正常の場合は OSNR 異常の場合に比べて、波長 λ_i のピークから隣接波長にかけてレベルの傾斜の勾配が大きくなり、ノイズレベルに対するピークレベルの比率が大きくなる。比率が閾値より大きいとき、OSNR 正常であると判断する。比率が閾値よりも小さいとき、OSNR 異常であると判断する。

【 0 0 6 1 】

(6)波長 λ_i のチャネルについて、OSNR が正常であるとき、正常であることを示す信号、例えば、' 0 ' を出力し、OSNR が異常であるとき、異常であることを示す信号、例えば、' 1 ' を出力する。

【 0 0 6 2 】

(7)全ての波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) について、(1)～(6)の処理を行う。

【 0 0 6 3 】

図 1 6 は、アラーム制御部 1 3 0 のアラーム制御を示す図である。アラーム制御部 1 3 0 は、各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) のチャネルについて、光パワー検出部 1 2 2 から出力される光パワーの検出結果及び OSNR 検出部 1 2 8 から出力される OSNR の検出結果から、次のように判断する。(i)波長 λ_i のチャネルの

光パワーが異常（' 1' ）であるとき、図 1 6 に示すように、光出力断であることを示すアラームを出力する。(ii)波長 λ_i のチャンネルの光パワーが正常（' 0' ）であり且つ O S N R 異常（' 1' ）であるとき、信号劣化であることを示すアラームを出力する。(iii)波長 λ_i のチャンネルの光パワーが正常（' 0' ）であり且つ O S N R 正常（' 0' ）であるとき、正常であることを示すアラームを出力する。

【 0 0 6 4 】

以下、図 1 1 中の第 1 の端局 1 1 0 の動作説明をする。第 1 の端局 1 1 0 中の各 T R I B 3 0 # i ($i = 1 \sim n$) は、図示しない光伝送路から固定波長の光信号データを受信して、光信号の受信データを電気信号に変換する。電気信号に変換した受信データをフレーム中のペイロードに挿入する。フレームのオーバヘッドには、フレーム同期用の F A W、誤り訂正用の F E C 及び自チャンネルに固有の I D を挿入する。そして、フレームをチャンネル固有の波長 λ_i の光信号に変換して、カプラ 1 2 0 # i に出力する。カプラ 1 2 0 # i ($i = 1 \sim n$) は、T R I B 3 0 # i から出力された波長 λ_i のチャンネルの光信号を 2 分岐して、一方を M U X 3 2 に出力し、他方を光パワー検出部 1 2 2 に出力する。

【 0 0 6 5 】

光パワー検出部 1 2 2 は、各波長 λ_i のチャンネルについて、上述したようにして、光パワーが正常又は異常のいずれであるかを検出して、その旨を示す信号をアラーム制御部 1 3 0 に出力する。M U X 3 2 は、カプラ 1 2 0 # i ($i = 1 \sim n$) から出力される各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の光信号を W D M して、W D M 信号光をカプラ 1 2 4 に出力する。カプラ 1 2 4 は、W D M 信号光を 2 分岐して、一方を光伝送路 2 6 に送信し、他方を可変波長光フィルタ 1 2 6 に出力する。可変波長光フィルタ 1 2 6 は、設定通過帯域の信号光を通過させる。

【 0 0 6 6 】

O S N R 検出部 1 2 8 は、可変波長光フィルタ 1 2 6 の通過帯域の設定をすると共に可変波長光フィルタ 1 2 6 の出力から上述した方法 (1) ~ 方法 (3) のいずれかの方法に従って、波長 λ_i のチャンネルについて、O S N R 正常又は O S N R 異常のいずれであるかを判断して、その旨を示す信号をアラーム制御部 1 3

0に出力する。尚、方法2の場合は、各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) のチャンネルについて、インサースビス前にノイズレベルを測定しておく。アラーム制御部130は、各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) のチャンネルについて、光パワー検出部122から出力される光パワーの検出結果及びOSNR検出部128から出力されるOSNRの検出結果から、図16に示す判断に従って、光出力断/信号劣化/正常のいずれであるかを判断して、その旨を示すアラームを出力する。このとき、光出力断と信号劣化が区別されてアラームが出力されるので、保守者は、アラームの原因を容易に特定することができる。これにより、迅速な対処が可能となりメンテナンスビリティが向上する。以上説明した実施形態によれば、光波長多重通信システムにおいて、メンテナンス性を向上させることができる。

【0067】

第4実施形態

図17は、本発明の第4実施形態による波長多重通信システムの構成図であり、図11中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第1の端局140は、各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) のチャンネルの光信号が光出力断/信号劣化/正常のいずれであるかを判断する点では、図11中の第1の端局110と同じであるが、ASE (Amplified Spontaneous Emission) をWDM信号光にノイズとして付加して、OSNRを劣化させることにより、その信号が一定の品質を有しているか否かを検出することによってOSNR正常又はOSNR異常のいずれであるかを判断する点で第1の端局110と異なる。

【0068】

図18は、図17中の第1の端局140の構成図であり、図12中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。ASE142は、WDM信号光の各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) のチャンネルに対して一定レベルのノイズを出力する。ノイズのレベルは、チャンネルの信号光がOSNR異常であるとき、一定の品質が確保されなくなる値とする。波長 λ_i のチャンネルの信号光に対するASE142の波長は、例えば、波長 λ_i に一致していても良いし、波長 λ_i と λ_{i+1} 又は λ_{i-1} の間の波長であっても良い。

【0069】

A S E 1 4 2 の出力信号光の波長は、全帯域の波長が同時に出力されても良いし、可変波長光フィルタ 1 2 6 によるチャネルの帯域に同期したものであっても良い。O R (Optical Receive) 1 4 6 は、次の機能を有する。(1)可変波長光フィルタ 1 2 6 から出力される波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) の信号光を受信して、各チャネルの信号光の品質を測定する。品質は、受信信号光の B E R (Bit Error Ratio) 又は次式 (1) で定義される Q 値である。

【0 0 7 0】

$$Q = 20 \lg_{10}(q) \quad \dots (1)$$

但し、 $q = (\mu_1 - \mu_0) / (\sigma_1 + \sigma_0)$

μ_1 : 平均マークレベル

μ_0 : 平均スペースレベル

σ_1 : マークレベルの標準偏差

σ_0 : スペースレベルの標準偏差

(2)各波長 λ_i のチャネルについて、B E R 又は Q 値で示される品質から次のように判断する。(i)品質が一定以上であれば、波長 λ_i のチャネルの O S N R が正常であることを示す信号を信号、例えば、' 0 ' を出力する。(ii)品質が一定以下であれば、波長 λ_i のチャネルが O S N R 異常であることを示す信号、例えば、' 1 ' を出力する。以上説明した実施形態によれば、第 3 実施形態と同様の効果が得られる。

【0 0 7 1】

第 5 実施形態

図 1 9 は、本発明の第 5 実施形態による波長多重通信システムの構成図であり、図 1 1 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第 1 の端局 1 5 0 は、各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) のチャネルの光信号が光出力断 / 光レベル劣化 / 正常のいずれであるかを判断する点では、図 1 1 中の第 1 の端局 1 1 0 と同じであるが、各波長 λ_i のチャネルについて、各 T R I B から出力された M U X に入力される前の信号光に対して、O S N R 正常 / O S N R 異常のいずれであるかを判断する点が第 1 の端局 1 1 0 と異なる。

【0 0 7 2】

図 2 0 は、図 1 9 中の第 1 の端局 1 5 0 の構成図であり、図 1 2 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。光パワー、OSNR 検出部 1 5 2 は、次の機能を有する。(1) カプラ 1 2 0 # i ($i = 1 \sim n$) より波長 λ_i のチャネルの光信号を入力して、第 3 実施形態と同様にして、光パワーが正常／異常のいずれであるかを示す信号を出力する。(2) カプラ 1 2 0 # i ($i = 1 \sim n$) より波長 λ_i のチャネルの光信号を入力して、OSNR 正常／異常のいずれであるか判断する。OSNR 正常／異常の判断方法は、第 3 実施形態の方法 (1) ～ (3) や第 4 実施形態と同様の方法により行うことができる。光パワー検出部及び OSNR 検出部は、光パワーが正常又は異常のいずれがあるか及び OSNR が正常又は異常のいずれであるかを、カプラ 1 2 0 # i ($i = 1 \sim n$) 毎に設けることにより全チャネルについてリアルタイムに検出することができるが、光パワー検出部及び OSNR 検出部を 1 個の構成とし、光スイッチを設けて、光スイッチを一順次切り替えることにより、各チャネルについて順次検出することもできる。

【 0 0 7 3 】

図 2 1 は、図 2 0 中の光パワー、OSNR 検出部 1 5 2 の構成例を示す図である。図 2 1 に示すように、光パワー、OSNR 検出部 1 5 2 は、制御部 1 6 0、光スイッチ 1 6 2 # i ($i = 1 \sim n$)、カプラ 1 6 4 # i ($i = 1 \sim n$)、光パワー検出部 1 6 6 及び OSNR 検出部 1 6 8 を有する。制御部 1 6 0 は、次の機能を有する。(1) 同時にオンしている光スイッチ 1 6 2 # i ($i = 1 \sim n$) が 1 個のみとなるように、オン／オフの切り替えを制御する。(2) 光パワー検出部 1 6 6 及び OSNR 検出部 1 6 8 にオンしているチャネルについての情報を通知する。光スイッチ 1 6 2 # i は、制御部 1 6 0 の制御に従って、スイッチ動作をする。カプラ 1 6 4 は、光スイッチ 1 6 2 # i ($i = 1 \sim n$) の出力信号光を合波する。カプラ 1 6 5 は、カプラ 1 6 4 の出力光を 2 分岐して、一方を光パワー検出部 1 6 6 に出力し、他方を OSNR 検出部 1 6 8 に出力する。光パワー検出部 1 6 6 は、カプラ 1 6 5 から出力される信号光の光パワーを測定して、制御部 1 6 0 から通知されるチャネルの光パワーが正常／異常のいずれであるかを判断して、その旨を示す信号を出力する。OSNR 検出部 1 6 8 は、カプラ 1 6 5 から

出力される信号光の O S N R を測定して、制御部 1 6 0 から通知されるチャネルの O S N R が正常又は異常のいずれであるかを判断して、その旨を示す信号を出力する。

【 0 0 7 4 】

図 2 2 は、アラーム制御部のアラーム制御を示す図である。アラーム制御部 1 5 4 は、各波長 λ_i ($i = 1 \sim n$) のチャネルについて、光パワー、O S N R 検出部 1 5 2 から出力される光パワーの検出結果及び O S N R の検出結果から、次のように判断する。(i)波長 λ_i のチャネルの光パワーが異常 (' 1 ') であるとき、図 2 2 に示すように、光出力断であることを示すアラームを出力する。(ii)波長 λ_i のチャネルの光パワーが正常 (' 0 ') であり且つ O S N R 異常 (' 1 ') であるとき、信号劣化であることを示すアラームを出力する。(iii)波長 λ_i のチャネルの光パワーが正常 (' 0 ') であり且つ O S N R 正常 (' 0 ') であるとき、正常であることを示すアラームを出力する。第 5 実施形態によれば、第 3 実施形態と同様の効果がある。

【 0 0 7 5 】

本発明は以下の付記を含むものである。

【 0 0 7 6 】

(付記 1) 波長多重化された入力信号を各波長成分に分離して、当該波長成分に該当する伝送路に送信する光伝送装置であって、

前記入力信号に含まれる波長数を検出して、波長数が正常であるか否かを検出する波長数検出部と、

前記各波長成分毎に設けられ、波長成分信号に設定された識別子が正常であるか否かを検出する複数の識別子検出部と、

前記波長数検出部の検出結果及び前記識別子検出部の検出結果に基づいて、前記各波長成分毎にエラーを判定する判定部と、

を具備したことを特徴とする光伝送装置。

【 0 0 7 7 】

(付記 2) 前記判定部は、前記波長数検出部の検出結果が正常であることを示し且つ前記識別子検出部の検出結果が異常であることを示すとき、当該識別子

検出部に該当する波長成分の識別子が異常であると判断することを特徴とする付記 1 記載の光伝送装置。

【 0 0 7 8 】

(付記 3) 前記判定部は、前記波長数検出部の検出結果が異常であることを示すとき、いずれかの波長成分の光入力が断であると判断することを特徴とする付記 2 記載の光伝送装置。

【 0 0 7 9 】

(付記 4) 波長多重化された入力信号を各波長成分に分離して、当該波長成分に該当する伝送路に送信する光伝送装置であって、

前記各波長成分について、当該波長成分信号の光パワーと他の波長成分信号の光パワーとを比較して、当該波長成分が光パワーに関して異常であるか否かを検出するパワー比較部と、

前記各波長成分毎に設けられ、前記波長成分信号に設定された識別子が正常であるか否かを検出する複数の識別子検出部と、

前記パワー比較部の比較結果及び前記識別子検出部の検出結果に基づいて、前記各波長成分毎にエラーを判定する判定部と、

を具備したことを特徴とする光伝送装置。

【 0 0 8 0 】

(付記 5) 前記パワー比較部は、各波長成分の光パワーと当該波長の隣接波長成分の光パワーとを比較して、当該波長成分が光パワーに関して異常であるか否かを検出することを特徴とする付記 4 記載の光伝送装置。

【 0 0 8 1 】

(付記 6) 前記判定部は、各波長成分について、前記パワー比較部の比較結果が正常であることを示し且つ前記識別子検出部の検出結果が異常であることを示すとき、当該波長成分の識別子が異常であると判断することを特徴とする付記 4 記載の光伝送装置。

【 0 0 8 2 】

(付記 7) 前記判定部は、各波長成分について、前記パワー比較部の比較結果が異常であることを示すとき、当該波長成分の光入力が断であると判断するこ

とを特徴とする付記 6 記載の光伝送装置。

【 0 0 8 3 】

(付記 8) 波長多重化して伝送する光伝送装置であって、
 複数の伝送路からの入力信号を該波長の光信号に変換する複数の受信部と、
 前記各受信部の出力信号光が光パワーに関して異常であるか否かを検出する複数の光パワー検出部と、
 前記複数の受信部の出力信号光を波長多重化する多重化部と、
 前記波長多重化された波長多重信号の各波長成分の対信号雑音比を検出して、
 該波長成分が雑音に関して異常があるか否かを検出する O S N R 検出部と、
 前記光パワー検出部の検出結果及び O S N R 検出部の検出結果に基づいて、前記各波長成分毎にエラーを判定する判定部と、
 を具備したことを特徴とする光伝送装置。

【 0 0 8 4 】

(付記 9) 前記波長多重化信号から設定通過帯域の光信号のみを通過させる可変波長光フィルタを更に具備し、前記 O S N R 検出部は前記可変波長光フィルタの出力信号光に基づいて、前記対信号雑音比を検出することを特徴とする付記 8 記載の光伝送装置。

【 0 0 8 5 】

(付記 1 0) 前記 O S N R 検出部は、各波長成分について、当該波長成分の信号光レベルのピーク波長と隣接波長成分の信号光レベルのピーク波長との中間波長がピークとなるよう通過帯域が設定された前記可変波長光フィルタの出力信号光の光パワーに基づいて、前記対信号雑音比を検出することを特徴とする付記 9 記載の光伝送装置。

【 0 0 8 6 】

(付記 1 1) 前記 O S N R 検出部は、各波長成分について、インサービス前において当該波長成分に対応する前記受信部の出力信号光が断のとき、当該波長成分の波長帯域が通過帯域として設定された前記可変波長光フィルタの出力信号光のパワーであるノイズレベルと、インサービス中において当該波長成分の波長帯域が通過帯域として設定された前記可変波長光フィルタの出力信号光の光パワ

ーとに基づいて、前記対信号雑音比を検出することを特徴とする付記 9 記載の光伝送装置。

【 0 0 8 7 】

(付記 1 2) 前記 O S N R 検出部は、各波長成分について、当該波長成分の信号光レベルのピーク波長と隣接波長成分の信号光レベルのピーク波長との中間波長がピークとなるよう前記通過帯域が設定された前記可変波長光フィルタの出力信号光の光パワーと、該波長成分の信号光レベルのピーク波長がピーク通過帯域として設定された前記可変波長光フィルタの出力信号光とに基づいて、前記対信号雑音比を検出することを特徴とする付記 9 記載の光伝送装置。

【 0 0 8 8 】

(付記 1 3) 前記判定部は、各波長成分について、前記光パワー検出部の比較結果が正常であり且つ前記 O S N R 検出部の検出結果が異常であることを示すとき、当該波長成分の信号劣化であると判定することを特徴とする付記 9 記載の光伝送装置。

【 0 0 8 9 】

(付記 1 4) 波長多重化して伝送する光伝送装置であって、
 複数の伝送路からの入力信号を該当波長の光信号に変換する複数の受信部と、
 前記各受信部の出力信号光が光パワーに関して異常であるか否かを検出する複数の光パワー検出部と、
 前記複数の受信部の出力光信号を波長多重化する多重化部と、
 前記波長多重化された各波長成分にノイズを付加するノイズ付加部と、
 前記ノイズが付加された波長多重化信号から設定通過帯域の光信号のみを通過させる可変波長光フィルタと、
 前記各波長成分の波長帯域が通過帯域として設定された前記可変波長光フィルタの出力信号光を受信して、該出力信号光の品質を検出する光受信部と、
 前記光パワー検出部の検出結果及び光受信部の検出結果に基づいて、前記各波長成分毎にエラーを判定する判定部と、
 を具備したことを特徴とする光伝送装置。

【 0 0 9 0 】

(付記 1 5) 波長多重化して伝送する光伝送装置であって、
 複数の伝送路からの入力信号を該当波長の光信号に変換する複数の受信部と、
 前記各受信部の出力信号光が光パワーに関して異常であるか否かを検出する光
 パワー検出部と、
 前記各受信部の出力信号光から対信号雑音比を検出して、該受信部の出力信号
 光が雑音に関して異常であるか否かを検出する O S N R 検出部と、
 前記光パワー検出部の検出結果及び O S N R 検出部の検出結果に基づいて、前
 記各波長成分毎にエラーを判定する判定部と、
 を具備したことを特徴とする光伝送装置。

【 0 0 9 1 】

(付記 1 6) 前記各受信部の出力信号光を 2 分岐する複数のカプラと、前記
 各カプラの出力信号光の通過又は遮断する複数の光スイッチとを更に具備し、前
 記光パワー検出部は、前記各光スイッチの出力に基づいて、前記各受信部の出力
 信号光が光パワーに関して異常であるか否かを検出し、前記 O S N R 検出部は、
 前記各光スイッチの出力に基づいて、前記対信号雑音比を検出して、該受信部の
 出力信号光が雑音に関して異常であるか否かを検出することを特徴とする付記 1
 5 記載の光伝送装置。

【 0 0 9 2 】

(付記 1 7) 前記判定部は、各波長成分について、前記光パワー検出部の比
 較結果が正常であることを示し且つ前記 O S N R 検出部の検出結果が異常である
 ことを示すとき、当該受信部の出力信号光の信号劣化であると判定することを特
 徴とする付記 1 6 記載の光伝送装置。

【 0 0 9 3 】

(付記 1 8) 第 1 の端局、第 2 の端局、前記第 1 の端局の受信側に接続され
 た伝送路並びに前記第 1 及び第 2 の端局間を接続する光伝送路を有する波長多重
 通信システムであって、

前記複数の伝送路から受信した入力信号及び該当識別子を含む該当波長の波長
 信号を出力する前記第 1 の端局に設けられた複数の受信部と、

前記複数の受信部の出力信号光を波長多重して、波長多重信号光を前記光伝送

路に送信する前記第 1 の端局に設けられた多重化部と、

前記光伝送路より受信した前記波長多重信号光に含まれる波長数を検出する前記第 2 の端局に設けられた波長数検出部と、

前記光伝送路より受信した前記波長多重信号光を各波長信号に分離して、各波長信号を該当出力端子に出力する前記第 2 の端局に設けられた分離部と、

前記各波長毎に設けられ、前記各出力端子より出力された波長信号に含まれる識別子が正常であるか否かを検出する前記第 2 の端局に設けられた複数の識別子検出部と、

前記波長数検出部の検出結果及び前記識別子検出部の検出結果に基づいて、前記各波長毎にエラーを判定する前記第 2 の端局に設けられた判定部と、

を具備したことを特徴とする波長多重通信システム。

【 0 0 9 4 】

【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、光伝送装置及び光波長多重通信システムにおいて、大容量化により波長数が増大した際に、端局の受信側の分波器の特性が従来レベルのものであっても、入力信号断時に誤検出の可能性がある他信号の判別が可能になり、メンテナンス性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の原理図である。

【図 2】

本発明の第 1 実施形態による波長多重通信システムの構成図である。

【図 3】

図 2 中の第 1 の端局の構成図である。

【図 4】

図 2 中の第 2 の端局の構成図である。

【図 5】

図 4 中の波長数検出部の構成図である。

【図 6】

I D エラー判別を示す図である。

【図 7】

本発明の第 2 実施形態による波長多重通信システムの構成図である。

【図 8】

図 7 中の第 2 の端局の構成図である。

【図 9】

図 8 中のパワー比較部の構成図である。

【図 1 0】

I D エラー判別を示す図である。

【図 1 1】

本発明の第 3 実施形態による波長多重通信システムの構成図である。

【図 1 2】

図 1 1 中の第 1 の端局の構成図である。

【図 1 3】

O S N R 検出方法 (1) を示す図である。

【図 1 4】

O S N R 検出方法 (2) を示す図である。

【図 1 5】

O S N R 検出方法 (3) を示す図である。

【図 1 6】

アラーム制御を示す図である。

【図 1 7】

本発明の第 4 実施形態による波長多重通信システムの構成図である。

【図 1 8】

図 1 7 中の第 1 の端局の構成図である。

【図 1 9】

本発明の第 5 実施形態による波長多重通信システムの構成図である。

【図 2 0】

図 1 9 中の第 1 の端局の構成図である。

【図 2 1】

図 2 0 中の光パワー，O S N R 検出部の構成図である。

【図 2 2】

アラーム制御を示す図である。

【図 2 3】

正常時の受信信号のスペクトラムを示す図である。

【図 2 4】

信号断時の受信信号のスペクトラムを示す図である。

【図 2 5】

O S N R 正常の場合の送信信号のスペクトラムを示す図である。

【図 2 6】

O S N R 異常の場合の送信信号のスペクトラムを示す図である。

【符号の説明】

2 波長数検出部

4 D E M U X

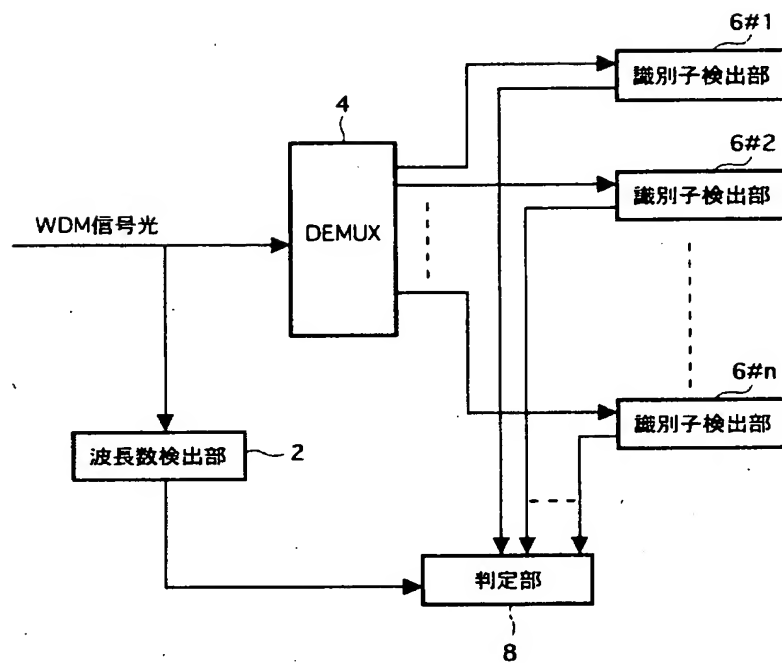
6 # i (i = 1 ~ n) 識別子検出部

8 判定部

【書類名】 図面

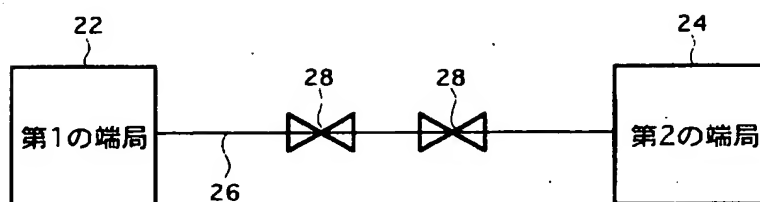
【図 1】

本発明の原理図



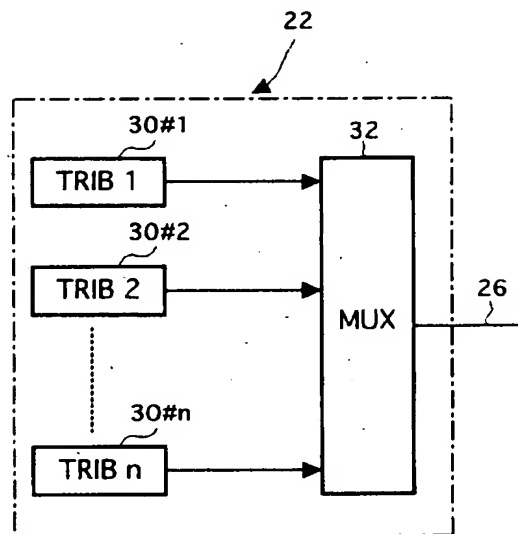
【図 2】

本発明の第1実施形態による波長多重通信システム



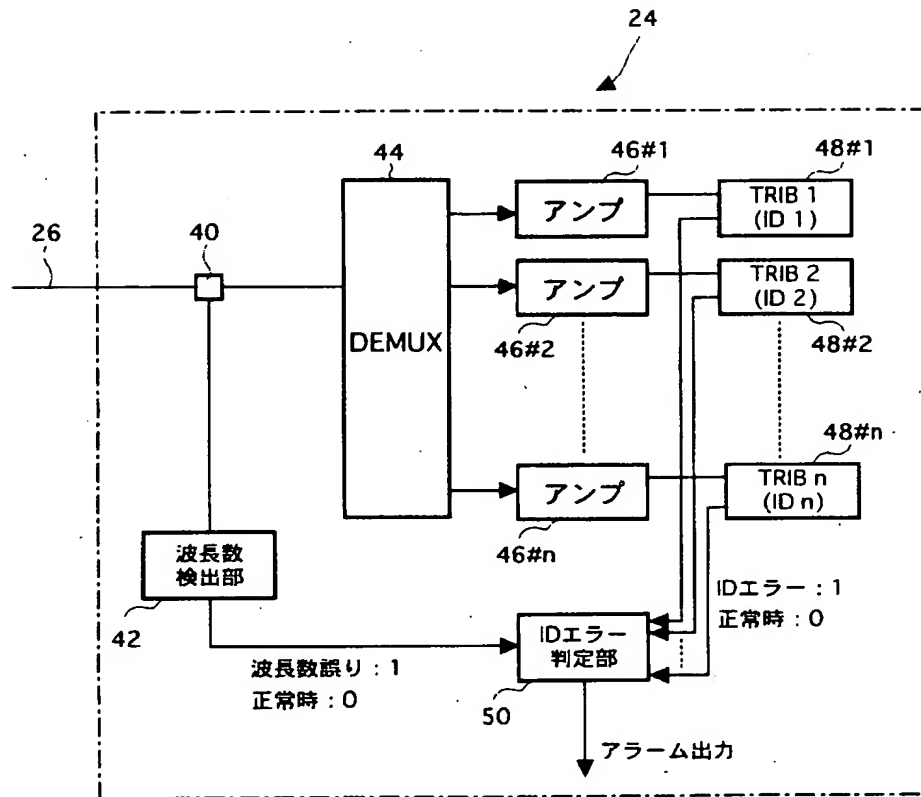
【図 3】

図2中の第1の端局



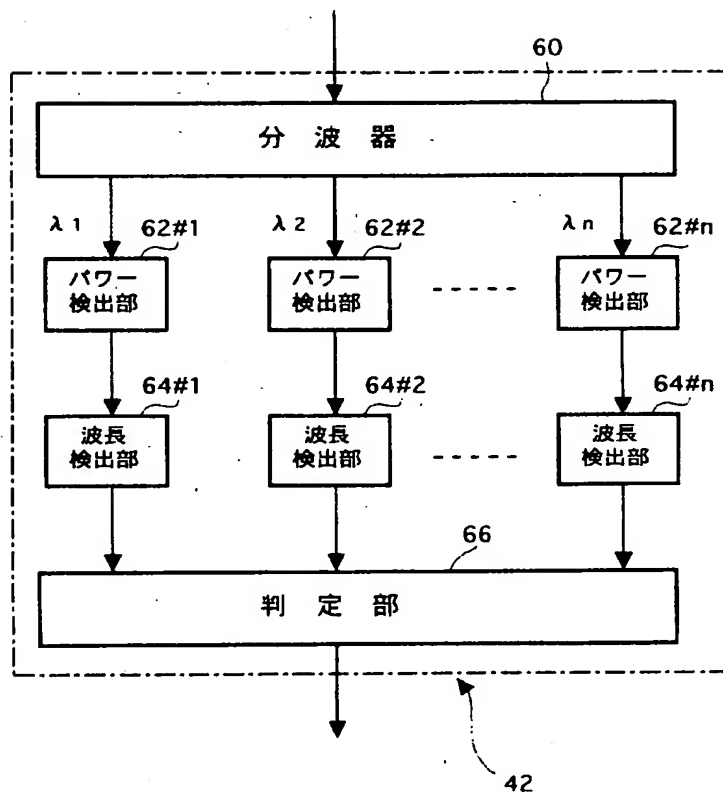
【図 4】

図2中の第2の端局



【図 5】

図4中の波長数検出部



【図 6】

IDエラー判別

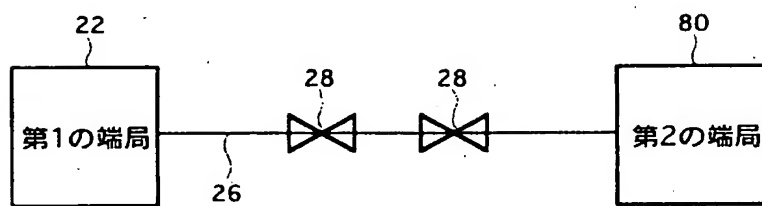
波長数	ID	アラーム出力
0	0	なし
0	1	IDエラー
1	0	光入力断
1	1	光入力断

波長数（正常時：0、誤り：1）

ID（正常時：0、IDエラー時：1）

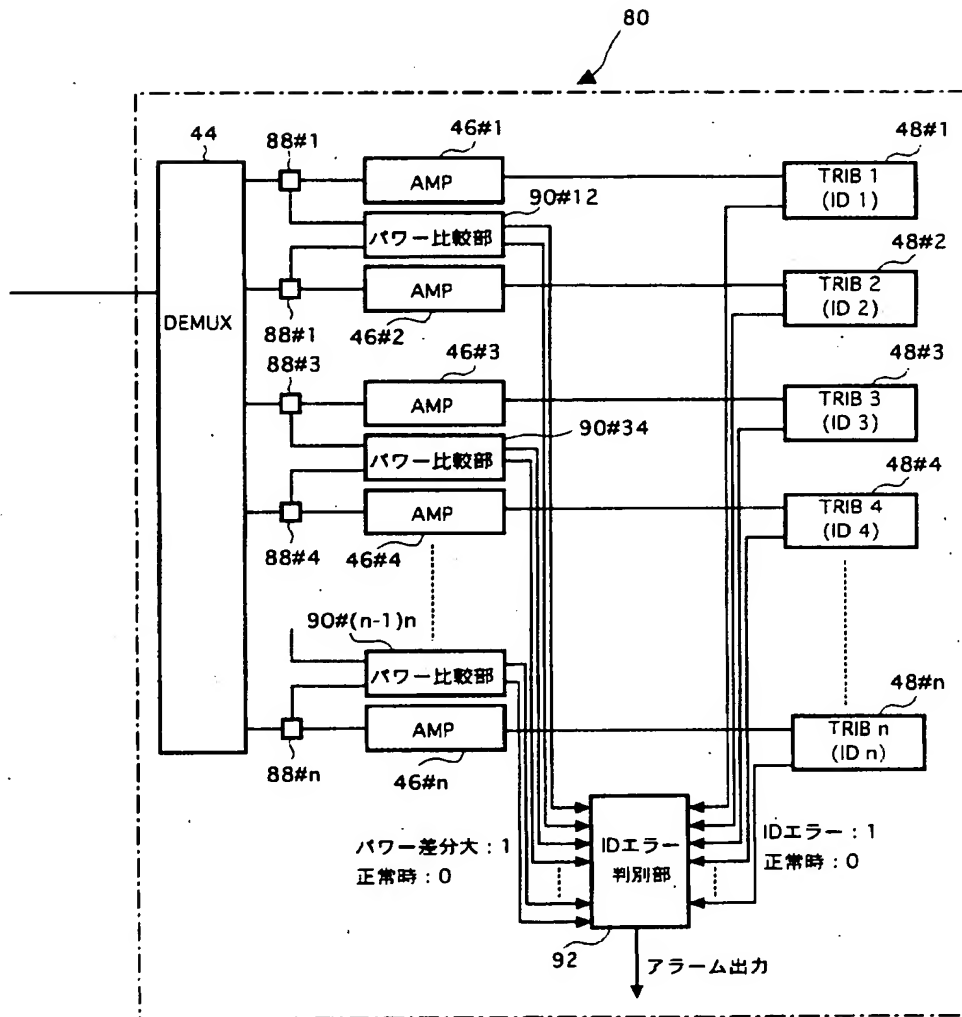
【図 7】

本発明の第2実施形態による波長多重通信システム



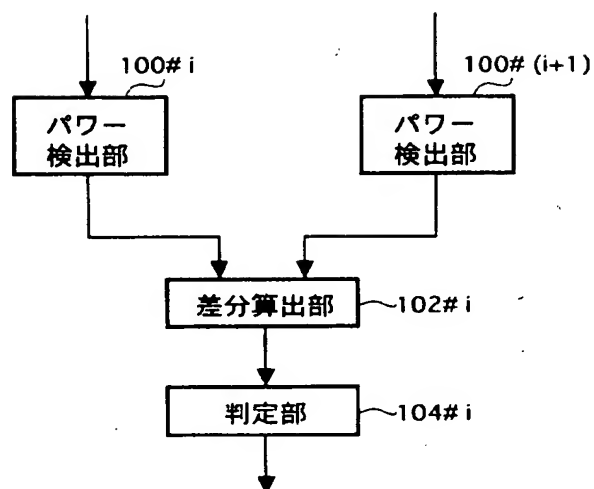
【図 8】

図7中の第2の端局



【図 9】

図8中のパワー比較部



【図 1 0】

IDエラー判別

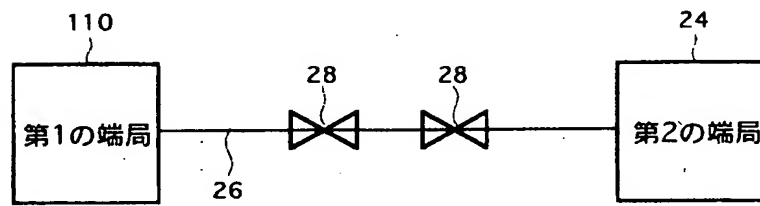
比較結果	ID	アラーム出力
0	0	なし
0	1	IDエラー
1	0	光入力断
1	1	光入力断

比較結果（正常時：0、パワー差分大：1）

ID（正常時：0、IDエラー時：1）

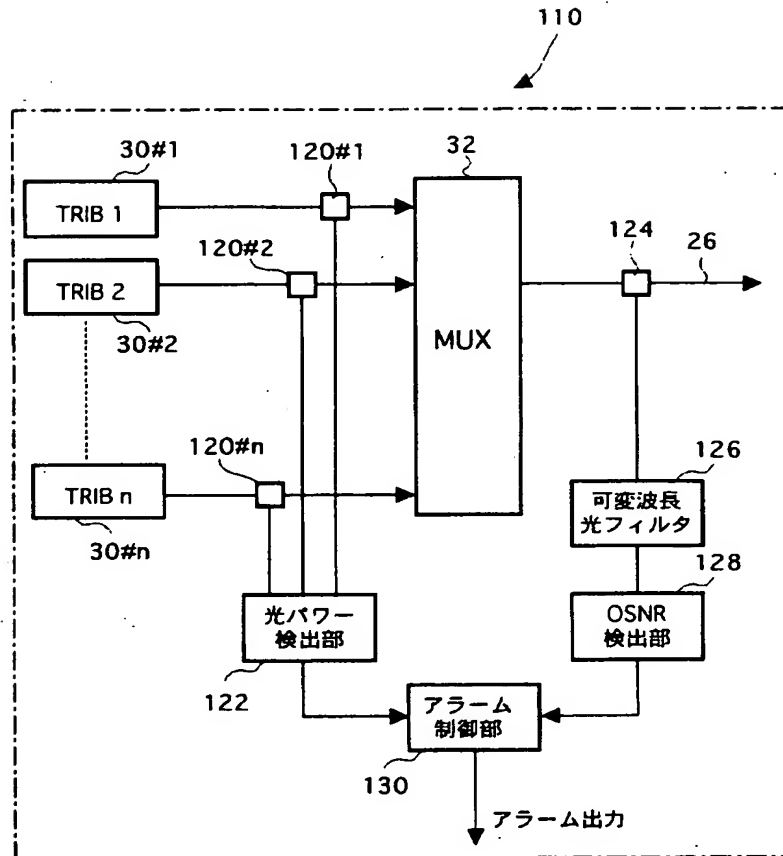
【図 1 1】

本発明の第3実施形態による波長多重通信システム



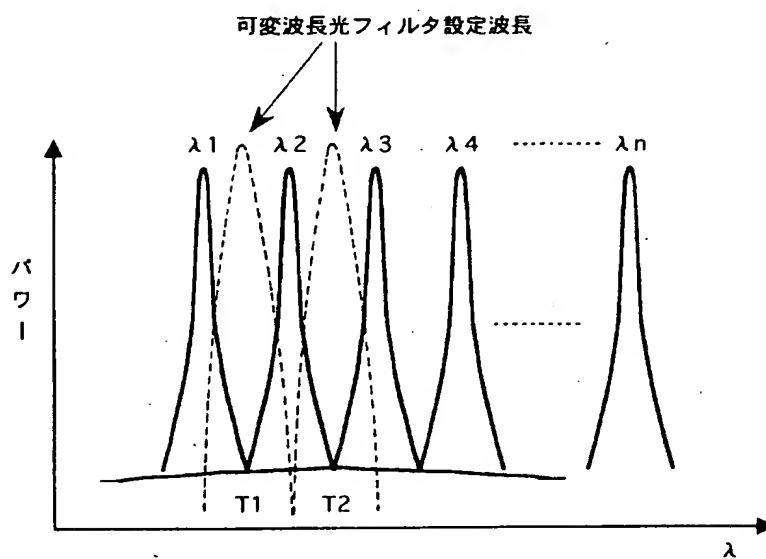
【図 12】

図11中の第1の端局



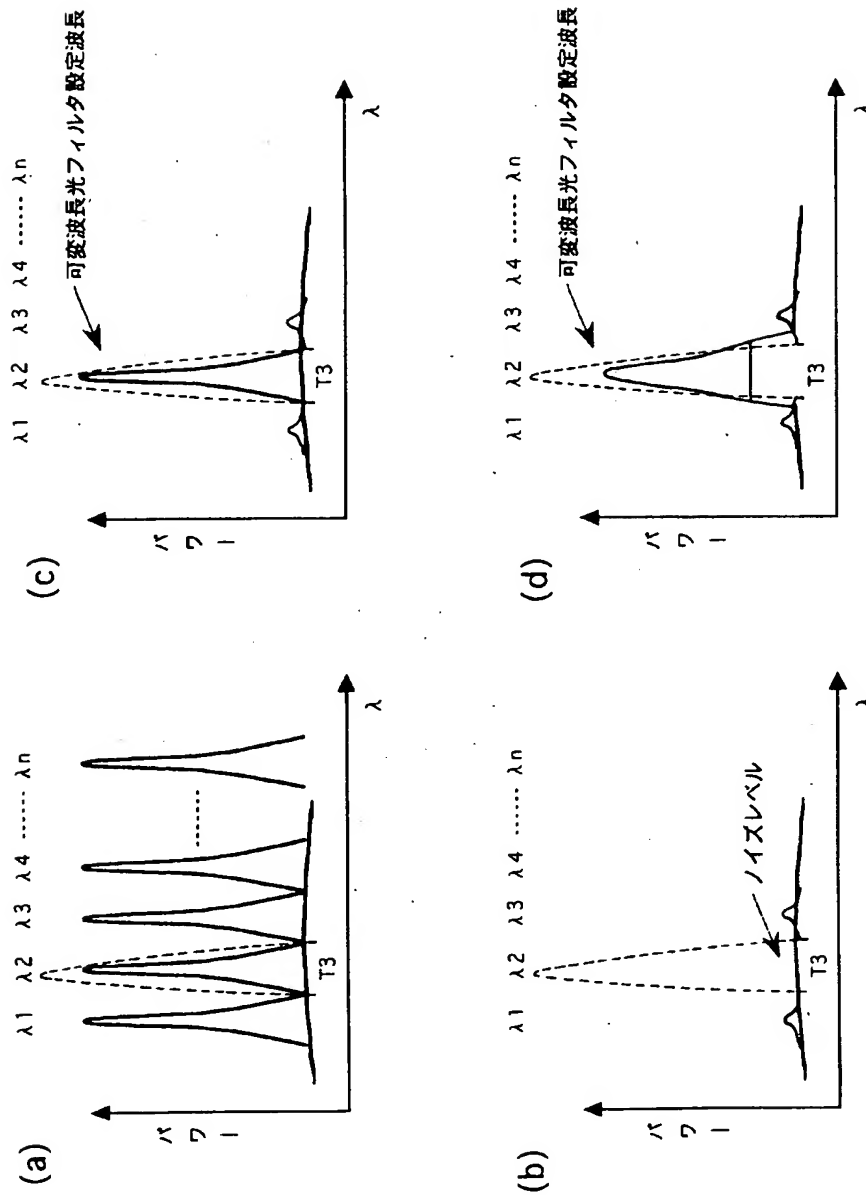
【図 13】

OSNR検出方法 (1)



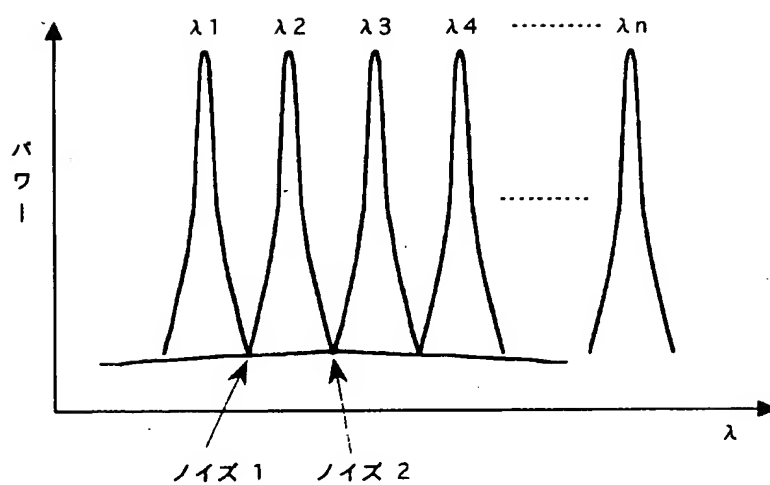
【図 14】

OSNR検出方法 (2)



【図 1 5】

OSNR検出方法 (3)



【図 1 6】

アラーム制御

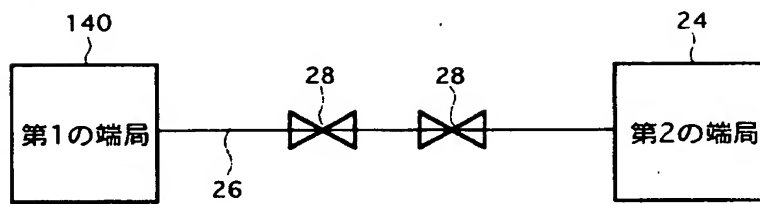
光パワー	OSNR	アラーム出力
0	0	なし
0	1	信号劣化
1	0	光出力断
1	1	光出力断

光パワー（正常時：0、異常時：1）

OSNR（正常時：0、異常時：1）

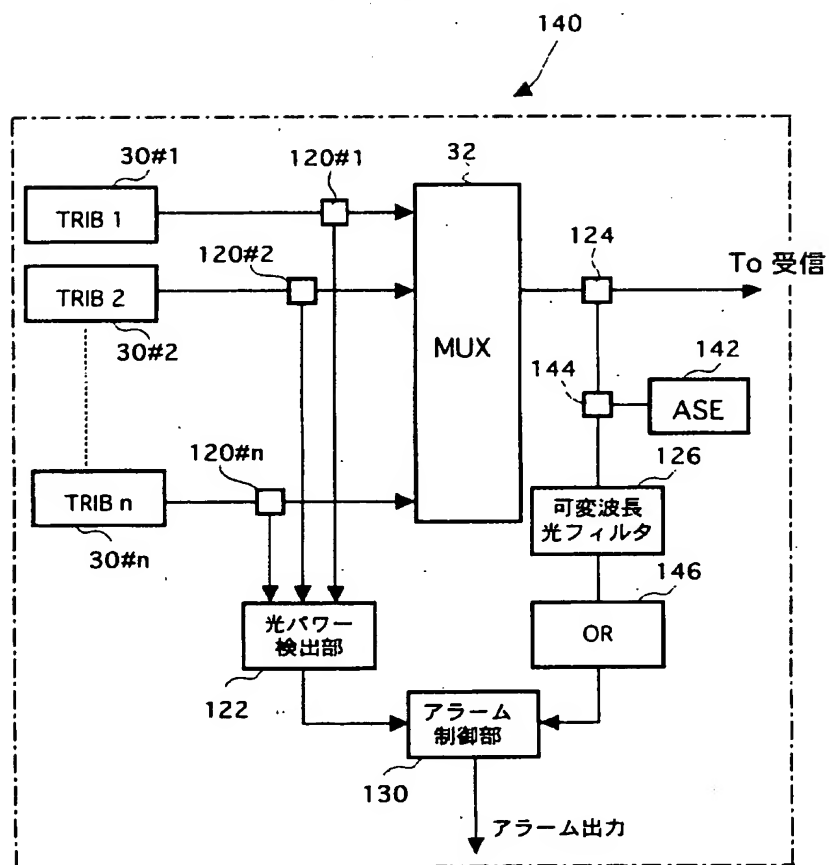
【図 1 7】

本発明の第4実施形態による波長多重通信システム



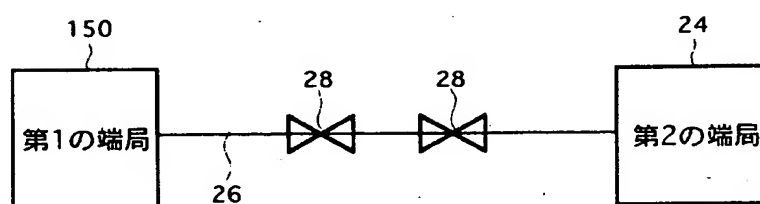
【図 1 8】

図17中の第1の端局



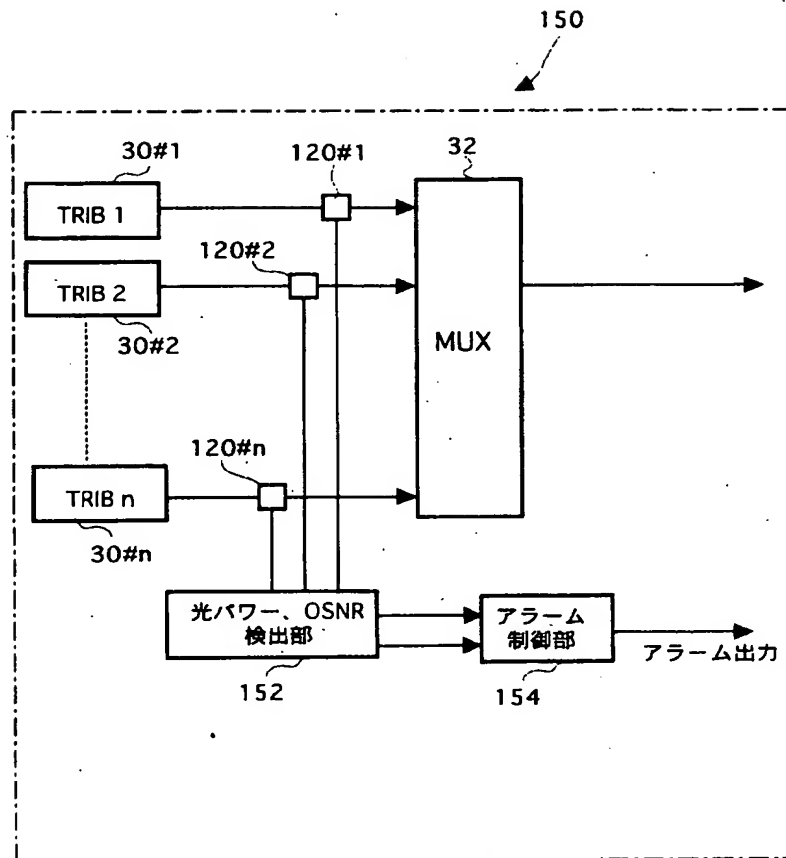
【図 1 9】

本発明の第5実施形態による波長多重通信システム



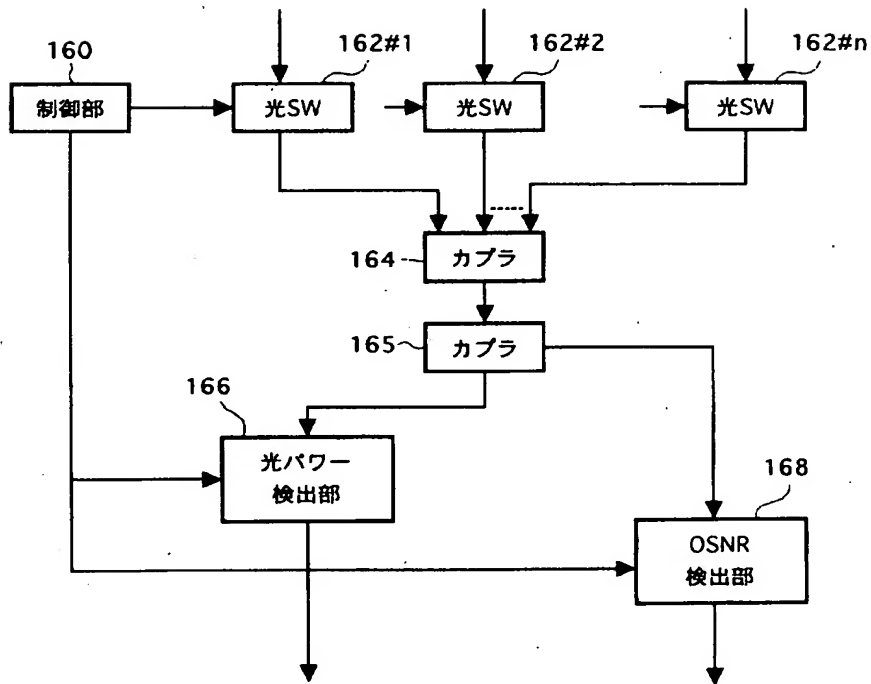
【図 2 0】

図19中の第1の端局



【図 21】

図20中のパワー光、OSNR検出部



【図 2 2】

アラーム制御

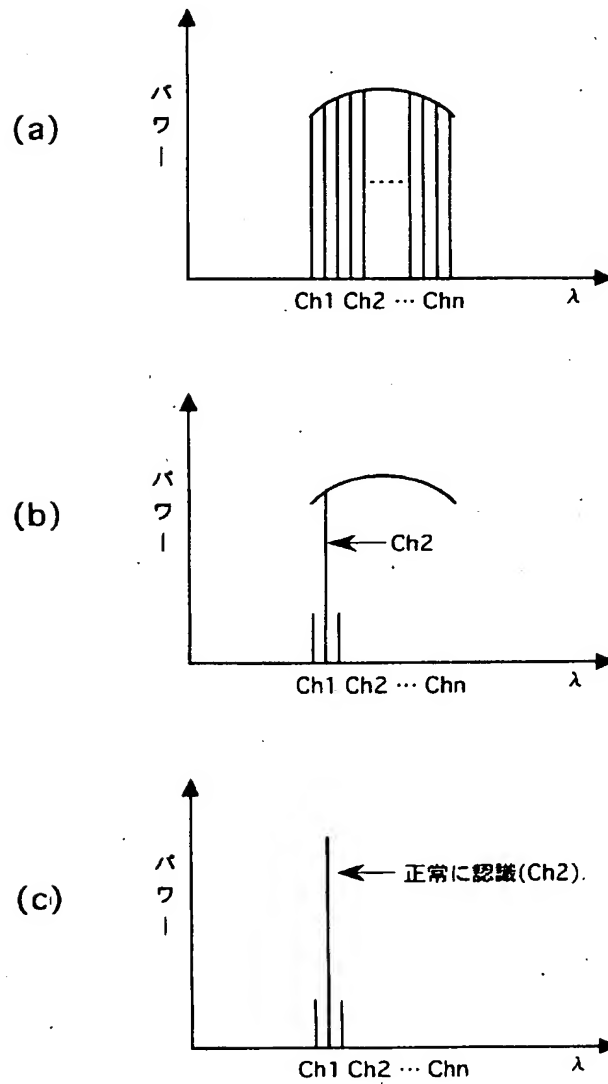
光パワー	OSNR	アラーム出力
0	0	なし
0	1	信号劣化
1	0	光出力断
1	1	光出力断

光パワー（正常時：0、異常時：1）

OSNR（正常時：0、異常時：1）

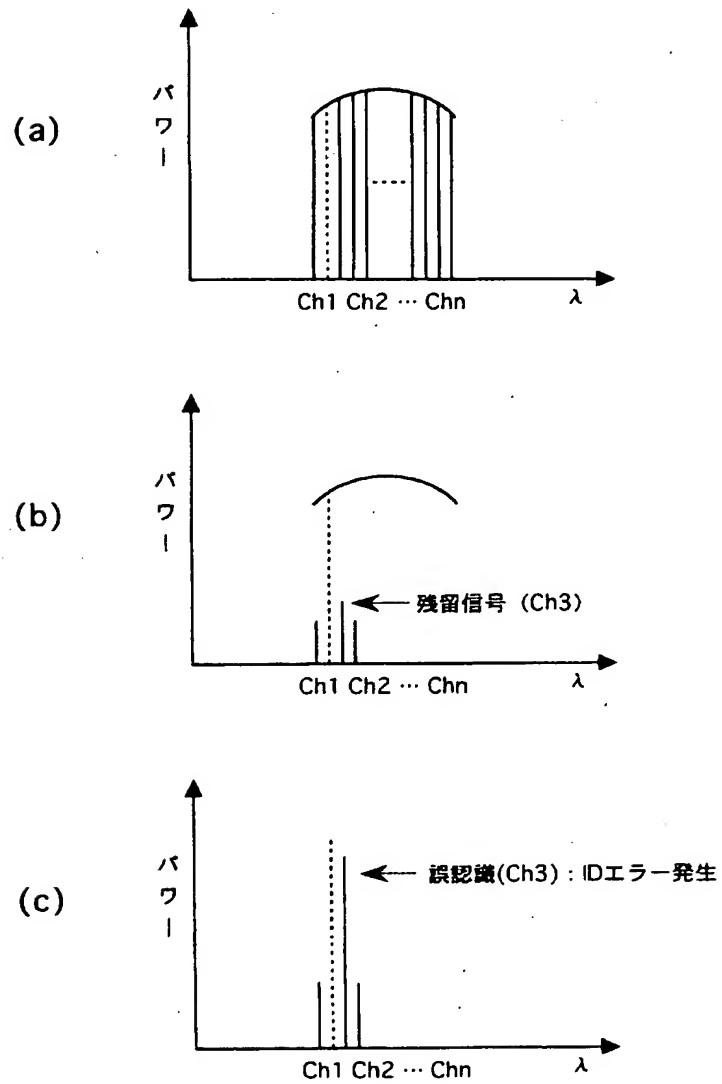
【図 2 3】

正常時の受信信号のスペクトラム



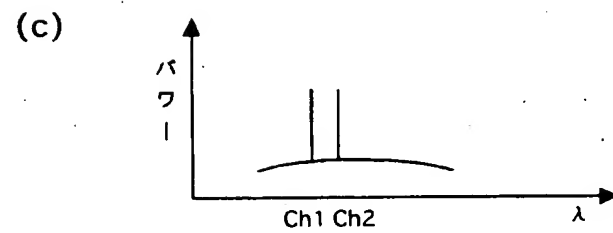
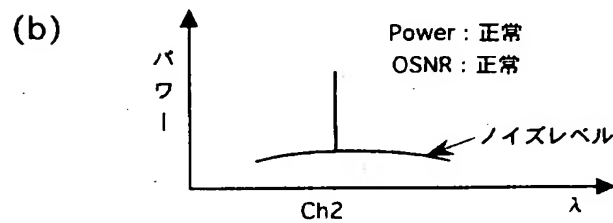
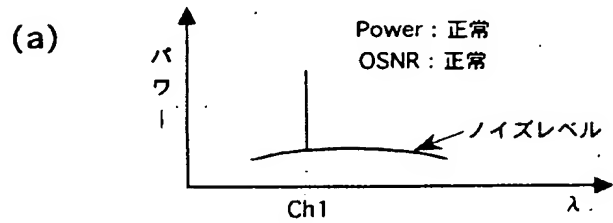
【図 24】

信号断時の受信信号のスペクトラム



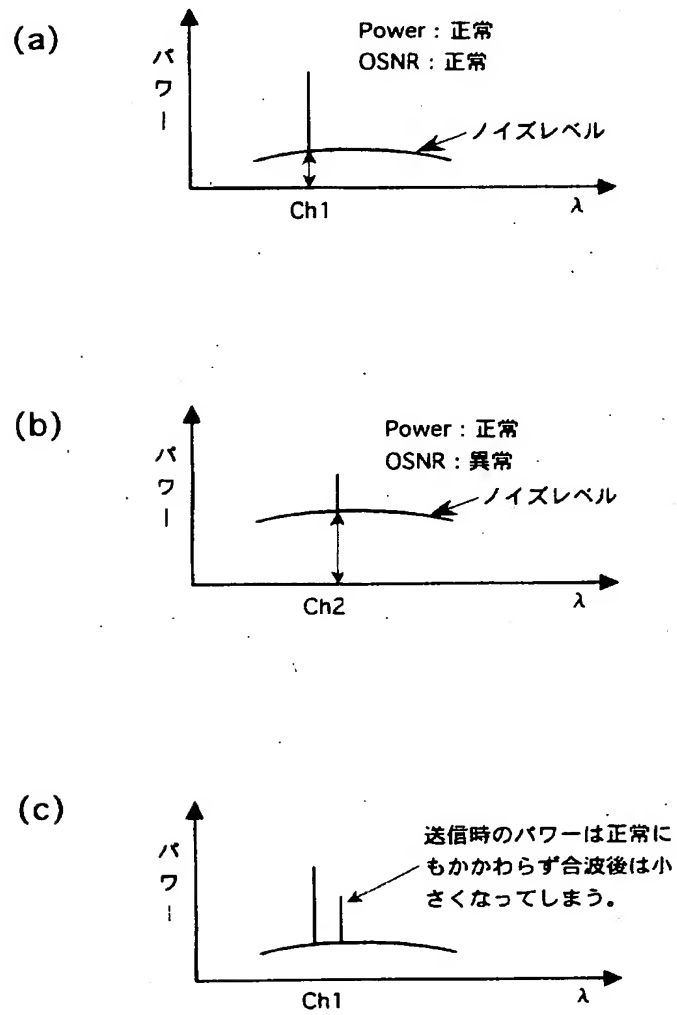
【図 2 5】

OSNR正常の場合の送信信号のスペクトラム



【図26】

OSNR異常の場合の送信信号のスペクトラム



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 I Dエラーの誤検出を防止して、メンテナンス性を向上する光伝送装置を提供する。

【解決手段】 波長多重化された入力信号を各波長成分に分離して、当該波長成分に該当する伝送路に送信する光伝送装置において、入力信号に含まれる波長数を検出して、波長数が正常であるか否かを検出する波長数検出部と、各波長成分毎に設けられ、波長成分信号に設定された識別子が正常であるか否かを検出する複数の識別子検出部と、波長数検出部の検出結果及び識別子検出部の検出結果に基づいて、各波長成分毎にエラーを判定する判定部とを具備して構成する。

【選択図】 図 1

特2001-145853

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社